Перечень контактов и сигналов разъема XT4 приведен в табл.I.

Таблица I

Контакты	Сигналы КЭ	Сигналы на станок	
B18	Оразр.Рег.вых	Вых $I-2^0$	Числовая подадресная информация
A20	I –"–	Вых $I-2^I$	
B20	2 –"–	Вых $I-2^2$	
B24	3 –"–	Вых $I-2^3$	
A18	4 –"–	Вых IO 2^0	Числовая подадресная информация
B22	5 –"–	Вых IO 2^I	
A22	6 –"–	Вых IO 2^2	
A24	7 –"–	Вых IO 2^3	
B26	8 –"–	Смена M	
A26	9 –"–	Смена S	
A28	IO –"–	Смена T	
A30	II –"–	Автоматический режим	
B30	I2 –"–	Ручной режим "	
B32	I3 –"–	Считывание ("ЗАПИСЬ)	
B28	I4 –"–	Готовность УЧПУ	
A32	I5 –"–	Признак вида передачи	
A10	+24В *станка*	+24В	(от станка)
B10	+24В *станка*	+24В	(от станка)
A14	-24В *станка*	-24В	*(от станка)*
B14	-24В *станка*	-24В	*(от станка)*

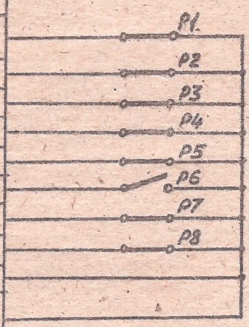
Перечень контактов и сигналов разъема XT3 приведен в табл. 2.

Таблица 2

Контакты	Сигналы КЭ	Сигналы со станка
A04	0 разр.Рег.вх	Огран. +X
B02	I -"-	Огран. -X
A06	2 -"-	Огран. +Z
A10	3 -"-	Огран. -Z
B10	4 -"-	Свободный
A14	5 -"-	Свободный
B28	6 -"-	Прерывание подачи
A30	7 -"-	Готовность станка
B06	8 -"-	Свободный
A02	9 -"-	Свободный
B04	I0 -"-	Свободный
B12	II -"-	Свободный
B14	I2 -"-	Свободный
A16	I3 -"-	Свободный
B30	I4 -"-	Разрешение ввода кадра (ответ M, S, T)
B32	I5 -"-	Блокир.набора ПО
A24	+27В УЧПУ	+27В (от УЧПУ)
B24	+27В УЧПУ	+27В (от УЧПУ)
A8	-27В УЧПУ	-27В (от УЧПУ)
B8	-27В УЧПУ	-27В (от УЧПУ)

Для передачи информации со станка на входной регистр контроллера КЭ рекомендуется следующая электрическая схема:

Контроллер КЭ	
Контакты	Сигналы
A04	Огран. +X
B02	Огран. -X
A06	Огран. +Z
A10	Огран. -Z
B28	Прерывание подачи
A30	Готовность станка
B30	Ответ M, S, T
B32	Блокировка ПО
A24	+27В
B24	+27В



P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 – группы контактов реле и концевых выключателей, расположенных в электрооборудовании станка. В исходном состоянии P1, P2, P3, P4, P5, P7, P8 нормально замкнуты, P6 – нормально разомкнут.

Существуют два вида взаимодействия УЧПУ с электроавтоматикой станка:

а) импульсная выдача числовой подадресной информации (рис. 3)

б) потенциальная выдача числовой подадресной информации (рис. 4).

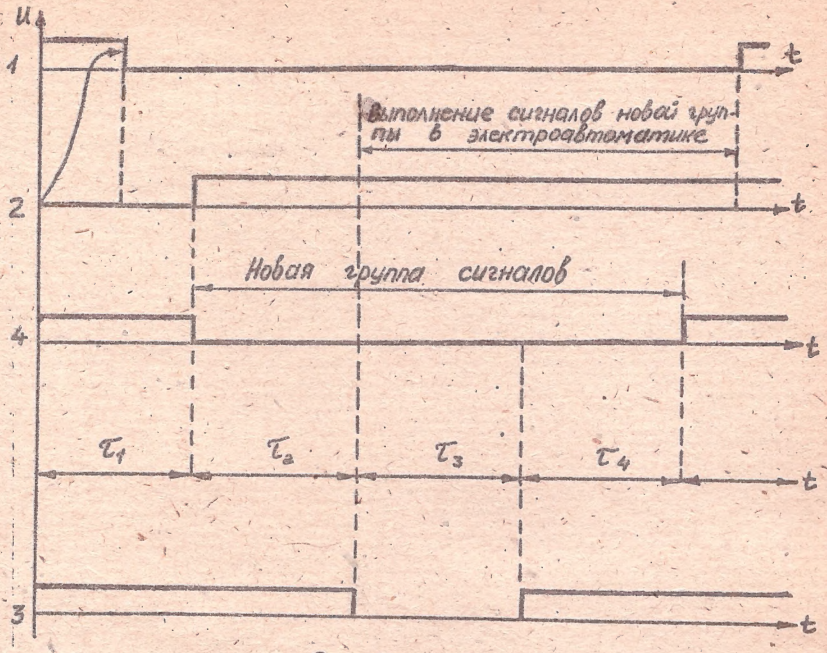


Рис. 3

I – разрешение ввода кадра (сигнал от станка "Ответ М,S,T).

2 – будет смена М,S,T (сигнал от УЧПУ "Смена М, S ,T," отирание предыдущих данных).

3 – считывание М,S ,T (сигнал от УЧПУ "Запись").

4 – числовая подадресная информация (информационные разряды выходного регистра УЧПУ)

Значения временных интервалов:

τ_1 = 50 мс

τ_2 = 50 мс

τ_3 = 250 мс

τ_4 = 100 мс

Допустимое значение отклонений временных интервалов ±10%.

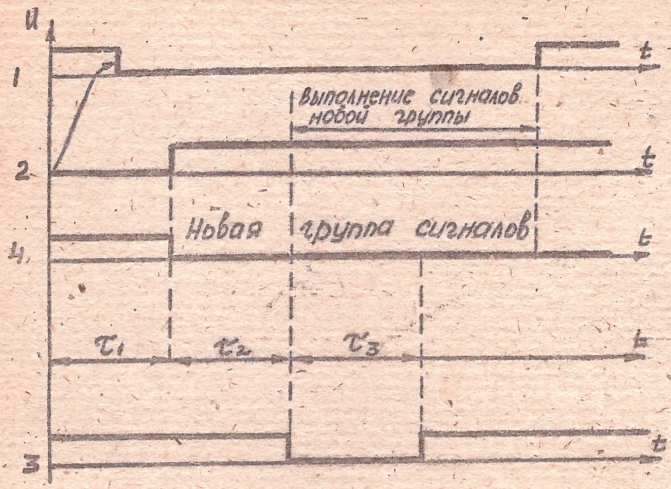


Рис. 4

I – разрешение ввода кадра (сигнал от станка "Ответ М, S, T").

2 – будет смена M, S, T, стирание предыдущих данных.

3 – считывание M, S, T (сигнал от УЧПУ "Запись").

4 – числовая подадресная информация (информационные разряды выходного регистра)

Значения временных интервалов:

τ_1 = 50 мс

τ_2 = 50 мс

τ_3 = 250 мс

Допустимое отклонение временных интервалов ±10%.

Сигналы контроллера электроавтоматики и выполняемые ими функции:

(0-7) - разряды выходного регистра (числовая подадресная информация).

8 - разряд "Смена М".

9 - разряд "Смена S".

I0 - разряд "Смена Т".

По сигналам 8,9,I0 разрядов происходит стирание в электроавтоматике станка предыдущих данных и снятие сигнала от станка "Ответ М,S,Т".

II - разряд "Автоматический режим". Этот сигнал свидетельствует об отработке управляющей программы в автоматическом режиме.

Вид сигнала - импульсный. Отмена сигнала "Автоматический режим" осуществляется сигналом "Ручной режим".

I2-разряд "Ручной режим". Этот сигнал указывает на ручное управление станком. Вид сигнала-импульсный. Отмена сигнала "Ручной режим" осуществляется сигналом "Автоматический режим".

I3-разряд - считывание. По этому сигналу происходит запись информации с контроллера электроавтоматики в систему электрооборудования станка.

I4 -разряд "Готовность УЧПУ".

Сигнал "I" сообщает о готовности работы УЧПУ во всех режимах в любой момент времени (например, разрешение включения следящих приводов и т.д).

Сигнал "0" появляется при нарушении работы УЧПУ (например, отсутствие любого из питающих напряжений УЧПУ, зависание процессора). По этому сигналу происходит полная остановка станка.

I5 – разряд "Признак вида передачи".

Сигнал "Признак вида передачи" кодируется вместе с I4 разрядом "Готовность УЧПУ".

При коде I0 (т.е. I4 разряд имеет состояние "I", I5 разряд-"0") происходит выдача сигналов M,S,T в кодированном виде.

При коде II сигнал "Готовность УЧПУ" сохраняется, а новая информация с выходного регистра контроллера КЭ электроавтоматикой станка не воспринимается.

(0-3) разряды входного регистра. Сигналы "+X", "-X", "+Z", "-Z" являются сигналами ограничения рабочей зоны станка по координатам"X"и "Z". Сигналы формируются с помощью конечных выключателей, расположенных на станке. При срабатывании любого концевого выключателя перемещение прекращается. Продолжение перемещения возможно только в сторону, противоположную тому перемещению, которое вызвало срабатывание конечного выключателя.

6- разряд входного регистра. Сигнал "Прерывание подачи" формируется переключателем, расположенным на станке. Сигналом "I" дается запрет на отработку перемещений.

I5 – разряд входного регистра. "Блокировка набора ПО" – сигнал блокировки пульта оператора. Сигналом "0" дается разрешение на работу с пульта оператора.

I4 – разряд входного регистра. Сигнал "Разрешение ввода кадра" поступает от станка "Ответ M,S,T". После снятия этого сигнала разрешается ввод новых команд в электроавтоматику станка (рис. 3,4).

7 – разряд входного регистра. Сигнал "Готовность станка" формируется в электроавтоматике станка в соответствии с временной диаграммой (рис. 5) взаимодействия УЧПУ и электрооборудования станка при включении и аварийном выключении.

Гальваническая развязка между входами и выходами контроллера электроавтоматики и входами и выходами электроавтоматики станка осуществляется с помощью оптронов (рис.6,7).

3.2.3. Подключение УЧПУ к фотоимпульсным датчикам станка.

Через разъемы XT3 и XT4 контроллера измерительных преобразователей происходит прием информации от фотоимпульсных датчиков, расположенных на станке.

В табл. 3 приведено распределение контактов и сигналов разъема XT3.

Таблица 3

Контакты	Сигналы КИП	Сигналы датчика	Устройство
A8	Вход ОСН-3	Выход $\overline{sin}$	Датчик
B8	Вход ОСН-3	Выход sin	шпинделя
B2	Вход СМ-3	Выход $\overline{cos}$	станка
B6	Вход СМ-3	Выход cos	
B4	Вход НО-3	Выход $\overline{0}$	
A6	Вход НО-3	Выход 0	
BI2	Вход ОСН-4	Выход $\overline{sin}$	Датчик
BI0	Вход ОСН-4	Выход sin	штурвала
BI4	Вход СМ-4	Выход $\overline{cos}$	(маховичка).
AI0	Вход СМ-4	Выход cos	
AI4	Вход НО-4	Выход $\overline{0}$	
AI2	Вход НО-4	Выход 0	

ОСН – основной сигнал с датчика

$\overline{ОСН}$ – основной инверсный сигнал датчика

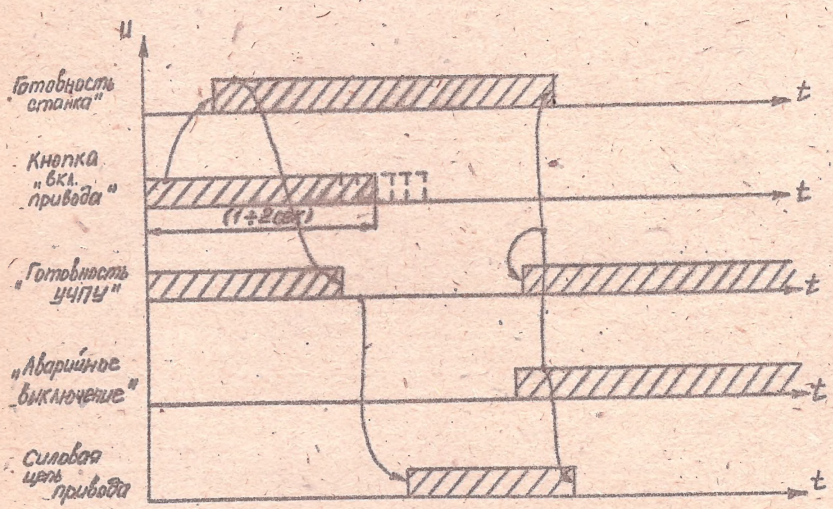

U
Готовность станка"
t
Кнопка „вкл. привода"
t
(1÷2сек)
„Готовность УЧПУ"
t
„Аварийное выключение"
t
Силовая цепь привода
t

Рис. 5

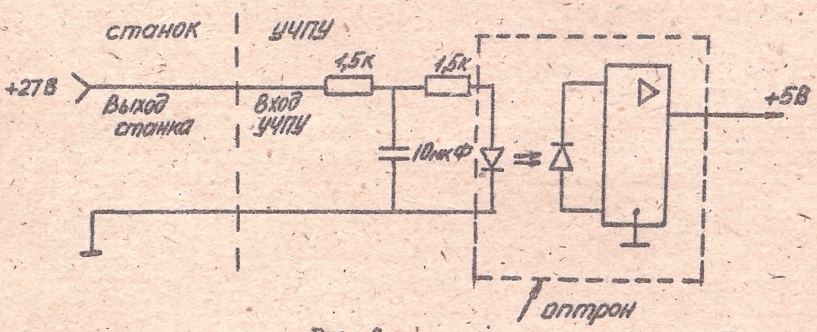

станок
УЧПУ
+27В
Выход станка
Вход УЧПУ
1,5к
1,5к
10мкФ
+5В
оптрон

Рис. 6

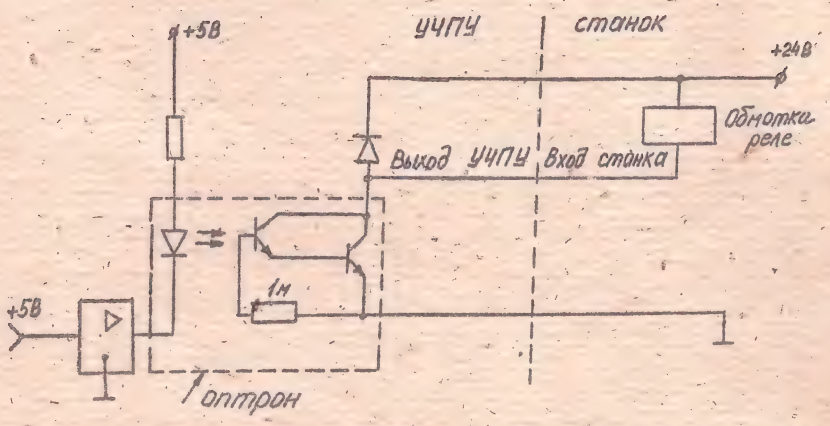

+5В
УЧПУ
станок
+24В
Обмотка реле
Выход УЧПУ
Вход станка
1к
+5В
оптрон

Рис. 7

СМ – смещенный сигнал с датчика

$\overline{СМ}$ – смещенный инверсный сигнал с датчика

НО – сигнал нуль-метки с датчика

$\overline{НО}$ – инверсный сигнал нуль-метки с датчика.

Цифра, стоящая после наименования сигнала, указывает на порядковый номер датчика.

В табл. 4 приведено распределение контактов и сигналов разъема ХТ4.

Таблица 4

Контакты	Сигналы КИП	Сигналы датчика	Устройство
В24	Вход ОСН-1	Выход $\sin$	Датчик привода (ось "X")
А26	Вход $\overline{ОСН-1}$	Выход $\overline{\sin}$	
В20	Вход СМ-1	Выход $\cos$	
А24	Вход $\overline{СМ-1}$	Выход $\overline{\cos}$	
А22	Вход НО-1	Выход 0	
В22	Вход $\overline{НО-1}$	Выход $\overline{0}$	
В32	Вход ОСН-2	Выход $\sin$	Датчик привода (ось "Z")
В26	Вход $\overline{ОСН-2}$	Выход $\overline{\sin}$	
А32	Вход СМ-2	Выход $\cos$	
В28	Вход $\overline{СМ-2}$	Выход $\overline{\cos}$	
В30	Вход НО-2	Выход 0	
А28	Вход $\overline{НО-2}$	Выход $\overline{0}$	

Питание датчиков осуществляется от блока питания БПС18-1-1. Перечень подаваемых с разъема ХТ4 питающих напряжений на датчики приведен в табл. 5.

Таблица 5

Номер контакта разъема ХТ4	Напряжения питания, В	Допустимые токи, А (максимальные)
I 2 3 4	+5±5%	8
5 6 7 8	Общ. – 5	
9 I0 II I2	-I5±5%	0,5
I3 I4 I5 I6	Общ ±I5	
I7 I8 I9 20	+I5±5%	I,25

Гальваническая развязка между входами контроллера КИП и выходами фотоимпульсных датчиков осуществляется с помощью оптронов (рис.8).

Контроллер КИП подключается к фотоимпульсным датчикам типа ВЕ-I78.

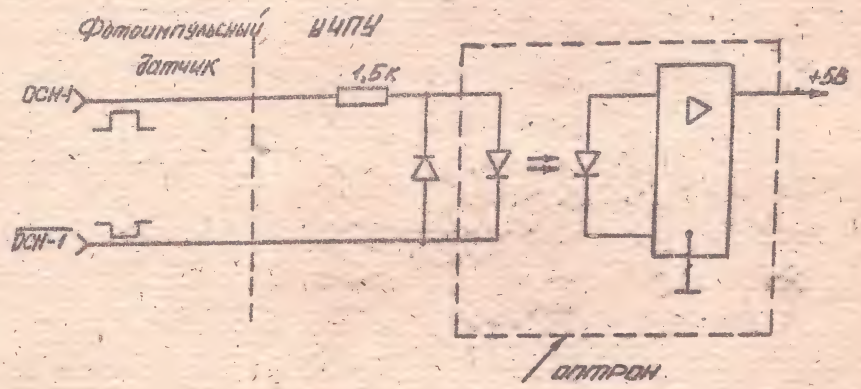
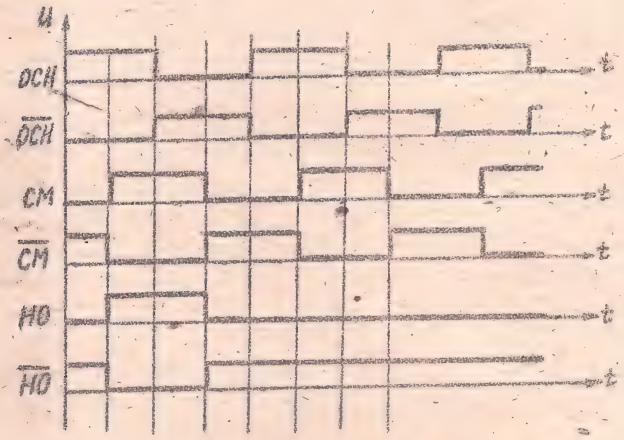


Рис. 8

Ниже приведена временная диаграмма распределения сигналов фотоимпульсного датчика.



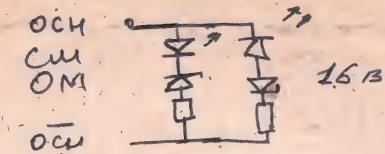
Уровень электрического "0" сигналов ОСИ, $\overline{\text{ОСИ}}$, СМ, $\overline{\text{СМ}}$, НО, $\overline{\text{НО}}$ $\leq$ 1,5В, уровень электрической "I" этих сигналов равен +I2,6В±I0%.

Максимальная пропускная способность информационного канала контроллера КИП – 50 кГц.

Соединение разъемов контроллера КИП с фотоимпульсными датчиками следует выполнять жгутами из экранированных проводов сечением 0,I2 мм^2. Экраны должны быть изолированы. Допустимая длина жгутов I5 метров.

3.2.4. Подключение УЧПУ к следящему электрическому приводу.

Через разъемы ХТ3 и ХТ4 контроллера привода происходит выдача управляющей информации на следящие электрические приводы.



В табл. 6 приведено распределение контактов и сигналов разъема ХТ3.

Таблица 6

Контакты	Сигналы КП	Сигналы на привод	Устройство
В24	Выход ЦАП (±10В)	Выход ±10В	Привод оси "X"
А30, А24	Общий	Выход общий	

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь.

В табл.7 приведено распределение контактов и сигналов разъема ХТ4.

Таблица 7

Контакты	Сигналы КП	Сигналы на привод	Устройство
В8	Выход ЦАП (±10В)	Выход ±10В	Привод оси "Z"
А8	Общий	Выход общий	

Минимальная величина квантования выходного сигнала контроллера привода равна 5мВ, максимальная положительная величина плюс 10В, максимальная отрицательная – минус 10В.

Максимальный выходной ток равен 10*mA*.

Соединение контроллеров КП со следящими электроприводами следует производить кабелями из витых пар экранированных проводов сечением 0,12 мм^2. Экраны изолировать. Допустимая длина кабелей - 6 метров.

Гальваническая развязка между выходами контроллера КП и входами следящих электроприводов осуществляется с помощью оптронов (рис.9).

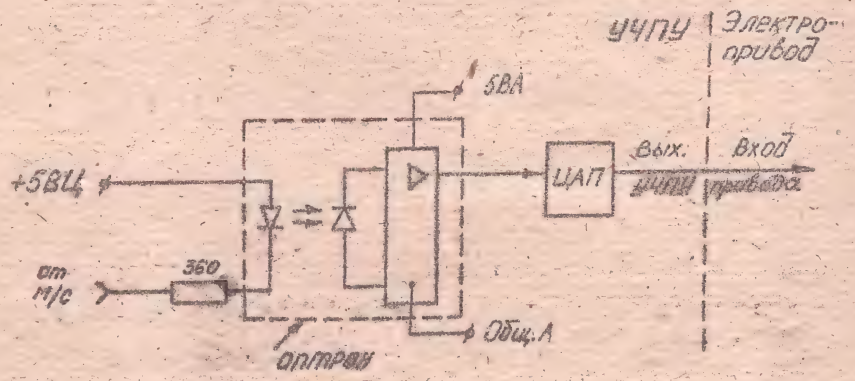

УЧПУ
Электро-
привод
5ВА
+5ВЦ
от
М/С
360
ЦАП
Вых.
Вход
привода
Общ.А
оптрон

Рис. 9.

3.2.5. Подключение к УЧПУ устройства ОЗУ-ВП

Через разъемы XTI8 и XTI9
происходит обмен информацией между УЧПУ и устройством ОЗУ-ВП.

Разъем XTI8 соединительного устройства соединяется с разъемом XTI0 устройства ОЗУ-ВП при помощи кабеля ЩИ4.853.088.

В табл. 8 приведено распределение контактов и сигналов разъема XTI8.

Таблица 8

Контакты	Сигналы
A2	+5В (E_I)
B2	+5В (E_I)
A4	Общий (EI, E6)
B4	Общий (EI, E6)
A6	Стоп 2
B6	Стоп I
A8	Пуск Ш2
B8	Пуск Ш1
BI2	ЗМ
AI4	Общ (EI, E6)
BI4	ПТЗ
AI6	АСП
BI6	АИП
A22	Общ (EI, E6)
A26	Уст
B28	+5В (E6)
A30	ВУ
B30	ДЗП
A32	ДЧТ
B32	Обмен

В табл.9 приведено распределение контактов и сигналов разъема XTI9.

Разъем XTI9 соединительного устройства соединяется с разъемом XTII *устройства ОЗУ-ВП* при помощи кабеля *ЩИ4.853.089*.

Таблица 9

Контакты	Сигналы
B2	РЗМ И2
A4	ОШВ
B4	РПР 2И
A6	РПР 1И
B8	ЗПР 2
AI0	ЗПР I
BI0	ОТВ
AI2	ОБЩ (EI, E6)
BI2	АД <0>
AI4	АД <I>
BI4	АД <2>
AI6	АД <3>
BI6	АД <4>
AI8	АД <5>
BI8	АД <6>
A20	АД <7>
B20	Общ (EI, E6)
A22	АД <8>
B22	АД <9>
A24	АД <I0>
B24	АД <II>
A26	АД <I2>
B26	АД <I3>
A28	АД <I4>

Продолжение табл.9

Контакты	Сигналы
В28	АД <I5>
А30	Общий (EI, E6)
В30	Общий (EI, E6)
А32	+5В (EI)
В32	+5В (EI)

В УЧШУ входит две модификации ОЗУ ВП, в которых используются два вида кассет памяти:

а) устройство КВП ЩИ3.069.033 емкостью 4К слов (входит в ЩИ3.069.027);

б) устройство 3509 ЩИ3.069.052 емкостью 5I2 слов (входит в ЩИ3.069.027-0I).

При работе с КВП корректор должен быть включен переключателем AI, расположенным на плате СОПР ОЗУ ВП. Переключатель AI следует установить в положение "I".

При работе с устройством 3509 ЩИ3.069.052 корректор должен быть выключен. В рабочем состоянии переключатели АКК и ☆ на кассете должны находиться в положении "АКК" и " ▽ " соответственно.

Перед эксплуатацией кассеты памяти необходимо зарядить аккумуляторы автономного источника питания от сети переменного тока 220В, 50 Гц через блок питания 0202 ЩИ2.087.02I.

входящий в комплект ОЗУ ВП. При этом разъем ХТ1 кассеты подключить к разъему ХТ2 соединительного устройства ШИЗ.669.014. Зарядку аккумуляторов следует производить в течение 15 часов в условиях, исключающих попадание на блок питания металлических стружек, эмульсии, масла. При эксплуатации кассеты памяти подзарядку аккумуляторов нужно производить 1 раз в 5 суток. В процессе их зарядки сохранность информации не гарантируется. В отключенном УЧПУ кассету памяти не хранить.

В случае отсутствия необходимости в сохранении информации в кассете памяти аккумуляторы следует отключать переключателем "АКК", устанавливая его в положение " ▽ ".

Контроль степени разряда аккумуляторов производится по индикатору ☼ , включаемому переключателем ☼ , путем установки его в положение ☼ .

Вышедшие из строя аккумуляторы заменяются.

ОЗУ ВП ШИЗ.069.027 (ШИЗ.069.027-I) конструктивно располагается в корпусе станка в местах, исключающих попадание в устройство металлической стружки, эмульсии, масла.

Не рекомендуется располагать ОЗУ ВП в корпусе станка в непосредственной близости от не защищенных экранами мощных переключателей, контакторов, коммутаторов, а также силовых цепей питания.

Кабели, соединяющие ОЗУ ВП с УЧПУ, должны располагаться в местах, защищенных экранами от мощных переключателей, контакторов, коммутаторов и силовых цепей питания, а также от попадания эмульсии и масла. При работе станка кассета памяти из ОЗУ-ВП должна быть изъята.

3.2.6. Подключение к УЧПУ блоков питания БПС18-1-1 и БПС18-1-2.

Разъем ХТ3 кабеля блоков питания подсоединяется к однофазной сети электрооборудования станка. Однофазная сеть является сетью переменного тока напряжением 220В (+10% -15%) и частотой 50±1 Гц.

В табл.10 приведено распределение контактов и сигналов разъема ХТ3.

Таблица 10

Контакты	Сигналы
2	220В 50 Гц
3	220В 50 Гц
4	Корпус

Разъемы ХТ1 (блок питания БПС18-1-1) и ХТ2 (блок питания БПС18-1-2) соединяются между собой кабелем, который поставляется в комплекте с УЧПУ.

3.2.7. Подключение вентилятора УЧПУ.

С разъема ХТ3 кабеля блоков питания выходит жгут, который подсоединяется к клеммам 1,2 клеммной колодки, расположенной на УЧПУ (рис.1). Экранирующая оплетка жгута подсоединяется к клемме 3 клеммной колодки УЧПУ.

3.2.8. Настройка путевого контура следящего электропривода

Настройка путевого контура выполняется только после проверки работы приводов в регулируемом (замкнутом по скорости) режиме. Настройка скоростного контура производится согласно инструкции завода-изготовителя тиристорного преобразователя.

Настройка путевого контура следящего электропривода определяется содержимым кадров с N 9 по N 26 области параметров (P).

Параметры привода (N 9÷N 26) устанавливаются при пуске станка в эксплуатацию и проверяются в случае диагностического сообщения о неисправности контрольной суммы массива параметров. Чтение или запись параметров привода рекомендуется производить до включения силового питания привода.

При запуске системы доступ к области констант привода защищен ключом, поэтому для "открытия" этой области необходимо установить режим ввода (→), деблокировать память (), набрать последовательность М, I, 2, 3, 4, 5, 6, и деблокировать область параметров (P). Параметры привода имеют восьмеричное представление.

Параметры координаты "X" располагаются с номера 9 по номер I7 включительно, а координаты Z - с I8 по 26.

Для получения необходимой характеристики управления приводом весь диапазон скоростей разбит на три зоны. Нахождение в i-ой зоне определяется условием $\varepsilon_{i-1} \leq \varepsilon_{тек} < \varepsilon_i$, где ε - ошибка положения в дискретах оси.

Распределение параметров в (P) имеет следующий вид (табл.II).

Таблица II

Номера кадров	Обозначение
9	$\mathcal{E}x1$
I0	$\mathcal{E}x2$
II	$\mathcal{E}x3$
I2	$K_n x1$
I3	$K_n x2$
I4	$K_n x3$
I5	0
I6	0
I7	0
I8	$\mathcal{E}z1$
I9	$\mathcal{E}z2$
20	$\mathcal{E}z3$
2I	$K_n z1$
22	$K_n z2$
23	$K_n z3$
24	0
25	0
26	0

Значение $\mathcal{E}_1$ вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_1 = \frac{V_1}{K_v \cdot d \cdot 60},$$

где V_1 – максимальная минутная подача в первой зоне, $\frac{мм}{мин}$;

K_v – добротность, $\frac{I}{0}$;

d – дискретность, (по приводу), мм

Например, при $V = 1200 \frac{мм}{мин}$, $K_v = 16$ и $d = 0{,}0025$ мм

$$\varepsilon_1 = \frac{1200}{16 \cdot 0{,}0025 \cdot 60} = 500_{10} = 764_8.$$

Значение ε в следующих зонах определяется по формуле:

$$\varepsilon_i = \varepsilon_{i-1} + \frac{(V_i - V_{i-1})}{K_{vi} \cdot d \cdot 60},$$

где $\varepsilon_{i-1}, -V_{i-1}$ – максимальное значение ошибки и скорости в предыдущей зоне.

Табличное значение коэффициента передачи ошибки положения Кп для первой зоны необходимо установить вначале равным $100\,000_8$, что соответствует величине $Кп_x = 2\frac{В}{мм}$, $Кп_z = 1\frac{В}{мм}$, т.е. $PN12 = (Кп \cdot 2^{15})_8$.

Ниже приведен пример пересчитанных значений Кп перед записью в область параметров $\langle P \rangle$.

N_P	$K_п$	$(K_п\, 2^{15})_8$
12	1	100000
13	0,875	70000
14	0,75	60000

Для обеспечения требуемой добротности следящего электропривода необходимо установить режим индикации значений ε_x и ε_z. Для этого на период настройки в область параметров с номерами 27, 28, 29 соответственно записываются значения 1, 3, 4.

После включения силового питания приводов устанавливаются значения быстрых ходов для ручного режима, равные, например, $120 \frac{мм}{мин}$ (параметры NN 4,5) и затем необходимо перейти на ручной режим управления.

$K_y = 16\ \frac{I}{0}$ будут соответствовать величины:

$$\varepsilon_x = \frac{120}{0{,}0025 \cdot 60 \cdot 16} = 50 \text{ дискрет;}$$

$$\varepsilon_z = \frac{120}{0{,}005 \cdot 60 \cdot 16} = 25 \text{ дискрет.}$$

Такие значения ошибок с погрешностью 30% необходимо обеспечить за счет изменения коэффициента усиления в самом тиристорном преобразователе.

Окончательная юстировка и выравнивание коэффициентов усиления производятся за счет параметров номеров 12 и 21.

Зависимость изменения сигнала управления в зонах от ошибки положения ε представлена на рис. 10.

3.2.9. Включение при начальном пуске

Так как УЧПУ непосредственно связано с электроавтоматикой и электрооборудованием станка, перед его включением необходимо проделать следующие операции:

- деблокировать кнопку аварийного выключения станка;
- подать питающие напряжения на электроавтоматику и электрооборудование станка;
- вручную переместить рабочий орган станка в середину рабочей зоны с тем, чтобы исключить срабатывание аварийных концевых выключателей, ограничивающих перемещения по координатам станкам.

Подача питающего напряжения на УЧПУ производится тумблером "SA1", находящимся на блоке питания БПС18-1. Рядом с тумблером должна загореться сигнальная лампа.

Подключение аккумуляторов производится установкой тумблера "SA2", находящегося на блоке питания БПС18-1 в положение "Вкл". После этого следует деблокировать пульт оператора УЧПУ с панели

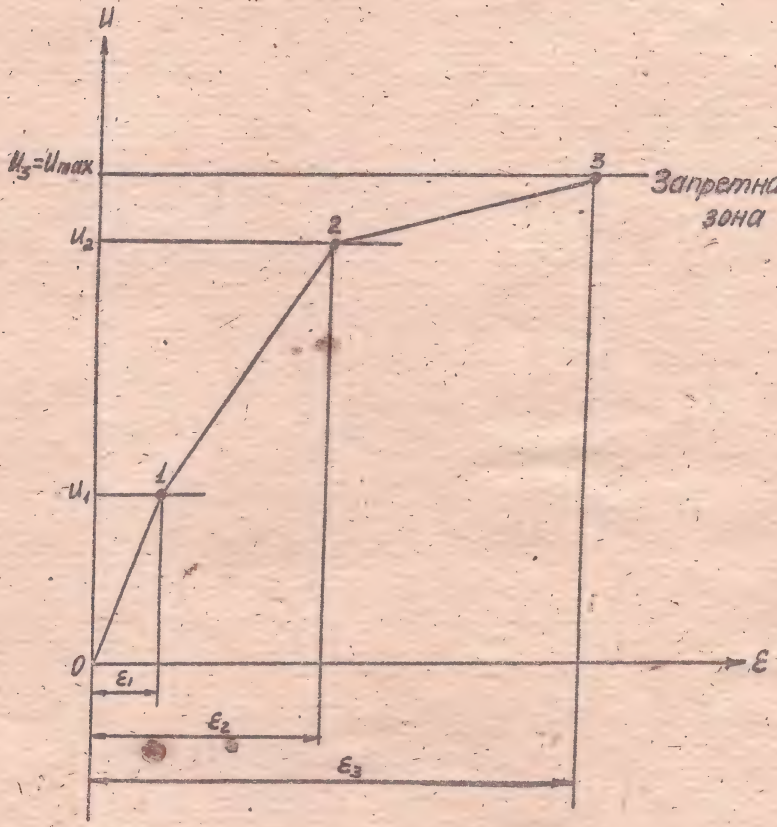


Рис. 10

управления станка.

Затем, руководствуясь паспортом на блок питания БПС18-I-I, выставить потребляемый ток фотоимпульсными датчиками и подать силовое питание на приводы подач.

На станке должна загореться лампочка "Готовность станка". После этого, руководствуясь указаниями, изложенными в пунктах 3.2.8 и 4.I.I3 , ввести параметры станка в область параметров Р УЧПУ.

С этого момента УЧПУ "Электроника НЦ-3I" готово к работе.

4. ПОРЯДОК РАБОТЫ

УЧПУ "Электроника НЦ-31" обеспечивает следующие основные режимы работы:

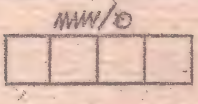
- ручное управление (перемещение от клавиатуры пульта оператора и от штурвала);
- автоматическая отработка управляющей программы (УП). Возможны два подрежима: покадровая отработка УП и отработка УП без перемещения суппорта;
- индикация (вывода) введенных в память кадров УП обработки и параметров станка и устройства;
- ввод (запоминание) кадров УП и параметров станка и устройства;
- деблокировка памяти при выводе УП на индикацию;
- установка (задание) нулевой точки отсчета.

4.I. Основные сведения о пульте и особенностях работы с пультом.

4.I.I. Внешний вид пульта, назначение клавиш, индикаторов и лампочек.

Пульт оператора состоит из цифровых индикаторов, клавиш и лампочек (рис.II). Эти элементы объединены в группы по функциональному признаку с учетом удобства работы оператора.

Цифровые и признаковые индикаторы



– четырехразрядный цифровой индикатор оборотной подачи в дискретах на оборот (индикатор подачи).

ВНИМАНИЕ – контрольная лампочка для сигнализации ошибок и аварийных ситуаций.

БАТАРЕЯ ЗАРЯЖЕНА – контрольная лампочка аварии питания, в том числе разрядки аккумулятора подпитки оперативной памяти.

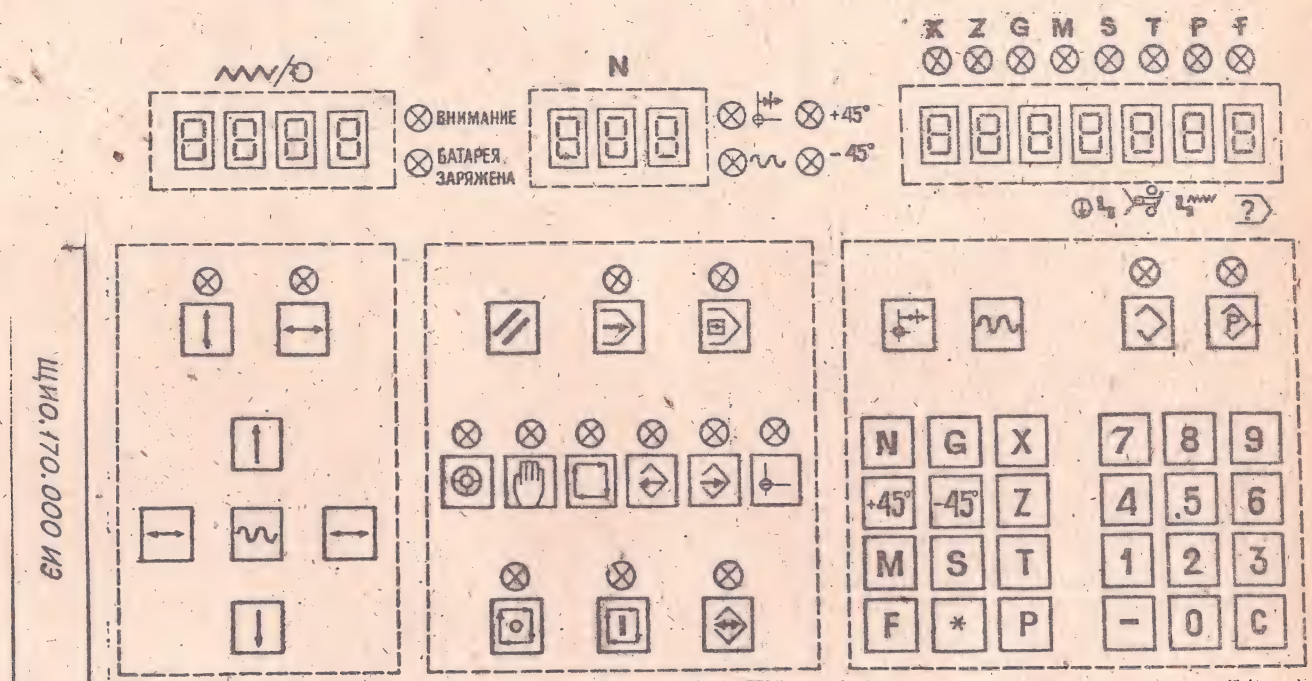
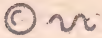


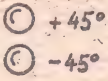
Рис 11. Внешний вид пульта УЧПУ

– трехразрядный цифровой индикатор для индикации номера кадра или номера параметра (индикатор кадра).

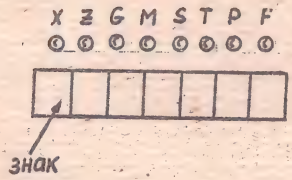
– контрольная лампочка для сигнализации перевода устройства управления в относительную систему отсчета.



– контрольная лампочка – признак быстрого хода (действует в автоматическом режиме ввода).



– контрольные лампочки – признак перемещения в направлении X и $\bar{Z}$ под углами $+45^{\circ}$, -45° (используются только в режимах ввода и индикации),



– индикаторы буквенных адресов.

– шестиразрядный цифровой индикатор со знаком.

Предназначен для индикации числовой части буквенных адресов, вводимых и выводимых кадров программы, параметров, технологических команд, а также для индикации положения и кодов аварийного состояния (индикатор числа).

Клавиши индикации положения и выбора направления движения от маховичка

поперечное направление и индикация положения по оси X.

Z= продольное направление и индикация положения по оси Z.

Клавиши перемещения в ручном режиме

– к оси точения (-X)

– от оси точения (+X)

– к передней бабке (-Z)

– к задней бабке (+Z)

– ускоренное перемещение (действует только совместно с одной из клавиш перемещения).

Клавиши и индикаторы режимов и подрежимов

Режим задается нажатием клавиши. Предыдущий режим отменяется. Лампочка над клавишей сигнализирует о разрешении работы в данном режиме или подрежиме.

– режим работы от маховичка (штурвала).

– режим ручного управления (перемещение от клавиш).

– автоматический режим.

Подрежимы автоматического режима

– подрежим покадровой отработки программы.

– подрежим отработки программы без перемещений суппорта.

– режим индикации (вывода) введенных в память кадров управляющей программы обработки (УП) и параметров станка и устройства.

– режим ввода (запоминания) кадров УП и параметров станка и устройства.

– клавиша деблокировки памяти в режиме ввода.

– клавиша разрешения на ввод и индикацию параметров системы.

– режим установки (задания) нулевой точки отсчета.

Группа исполнительных клавиш

– клавиша останова (прерывания) выполнения УП или отдельного цикла.

– клавиша пуска (включения) рабочего цикла или УП в автоматическом режиме и исполнения технологических команд в режимах: "ручной" и "маховичок".

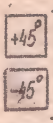
– ввод в память или вывод на индикацию кадров УП или параметров системы и станка; индикаторная лампочка в режимах ввода и индикации служит для сигнализации признака "звездочка". (к).

Клавиши специального назначения

– гашение состояния "внимание" и команд, которые не должны дорабатываться до конца.

– клавиша задания признака относительной системы отсчета (при вводе УП признак действует до отмены, т.е. повторного нажатия клавиши.

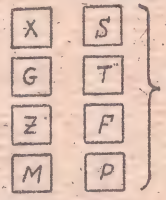
– клавиша задания признака быстрого хода (при вводе управляющей программы обработки); признак действует до момента ввода в память или до отмены, т.е. повторного нажатия клавиши.



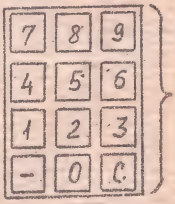
– клавиши задания признака снятия фаски под углом $\pm 45^{0}$.

– клавиша задания признака "звездочка", указывающего на *наличие* кадра в группе.

Клавиши буквенных адресов.



– клавиши задания буквенных адресов. При нажатии этих клавиш загорается лампочка соответствующего буквенного адреса.



– цифровые клавиши.

– знак перед числовой частью.

– сброс набранных на пульте буквенного адреса, числовой части и признаков.

[N] – клавиша задания номера кадра или номера параметра. Нажимается перед набором цифр начального номера или при переходе на номер, отличный от индицируемого.

4.I.2. Включение устройства и проверка параметров

После включения питания устройства на пульте загорается лампочка над клавишей "Пуск" [⏻] и горит несколько секунд. В это время происходит тестовый контроль работоспособности устройства. Если обнаружена неисправность, на индикаторе числа высвечивается код неисправности, и загораются восемь лампочек буквенных адресов. Устройство нуждается в ремонте. Если же все в порядке, лампочка над клавишей [⏻] начинает мигать.

Для запуска системы необходимо нажать клавишу [⏻] на пульте устройства, а затем кнопку включения привода на пульте станка. Лампочка над клавишей [⏻] погаснет, а на индикаторах подачи и номера загорятся нули. Устройство готово к работе.

Прежде чем приступить к работе, необходимо проверить правильность установки параметров, которые должны соответствовать параметрам станка. В случае появления после включения сигнала "ВНИМАНИЕ" необходимо нажать клавишу [//].

4.I.3. Режимы работы устройства

Устройство может работать в режимах:

- от маховичка;
- от клавиш ручного управления;
- автоматическом;
- вывода (индикации) содержимого памяти программы обработки и параметров;

– ввода программы обработки и параметров;

– задания нулевой точки.

В каждый момент времени можно работать только в одном из этих режимов. Переход от одного к другому осуществляется нажатием соответствующей клавиши из группы режимных клавиш. После нажатия клавиши над ней загорается лампочка, сигнализируя о том, что система готова к работе в выбранном режиме. Для работы в любом режиме необходима только часть всего набора клавиш пульта. Нажатие любой клавиши, не используемой в данном режиме, устройством не воспринимается.

4.I.4. Отработка и индикация команд по функциям M, S, T

Технологические команды по функциям M, S, T можно непосредственно отрабатывать в режимах ручного управления и управления от маховичка или как элемент управляющей программы обработки (УП) в автоматическом режиме. Отработка в каждом из этих двух случаев имеет свои особенности. Например, для отработки в ручном режиме или режиме маховичка технологической команды M38 нужно нажать клавиши в следующей последовательности:

После отработки функции M38 погаснут лампочки над клавишами "Пуск", адреса "M" и над индикатором чисел.

В каждом из трех режимов – ручном, автоматическом и в режиме маховичка можно проиндицировать код последней отработанной команды вида S или T. Это осуществляется последовательным нажатием клавиши нужного буквенного адреса (S или T) и клавиши . Код индицируется на индикаторе числа.

Для управления электроавтоматикой в устройстве предусмотре-

на возможность кодирования и передачи на станок всех функций M, S, T в диапазоне от 00 до 99 или части функций, например, только M. Сигналы функций M, S, T могут выдаваться в импульсном и потенциальном виде. Назначение функций, их кодировка и вид передачи определяются разработчиком станка (кроме M00 и M30).

В ручном режиме или режиме маховичка перед отработкой технологической команды нужно сначала набрать на пульте ее буквенный адрес и числовой код. Набор буквенного адреса осуществляется нажатием клавиши требуемого адреса [M], [S] или [T]. При этом гаснет индикатор числа и загорается лампочка выбранного буквенного адреса.

Для выдачи набранной команды в электроавтоматику станка нужно нажать пусковую клавишу [I]. Над ней загорится лампочка и будет гореть до конца выполнения команды. Пульт оператора в это время заблокирован. После выполнения команды лампочки над клавишей и индикатором гаснут, индикатор числа очищается.

4.I.5. Режим работы от маховичка

Для работы в этом режиме необходимо нажать клавишу [⊙]. Над ней загорается лампочка. Устройство готово к работе в режиме маховичка. В этом режиме можно перемещать суппорт по одному из направлений X или Z, вращая маховичок, и выдавать технологические команды M, S, T на исполнение электроавтоматикой станка.

Для управления движением суппорта от маховичка нужно сначала нажатием клавиши [↕] или [↔] выбрать направление

движения:

ось X соответствует перемещению в поперечном направлении;

ось Z соответствует перемещению в продольном направлении.

Перемещение по оси X в направлении к оси точения обозначается "-X", от оси точения - "+X".

Перемещение в сторону передней бабки по оси Z обозначается "-Z", в сторону задней бабки - "+Z".

При нажатии любой из клавиш , загораются две лампочки - над клавишей и буквенного адреса (X или Z), а на индикаторе числа появляется значение положения инструмента по выбранной оси относительно введенной нулевой точки. Если нулевая точка еще не установлена, то это - произвольное число. Например, для выбора направления вдоль оси Z нажимают клавишу . Теперь для осуществления движения трехпозиционный переключатель должен находиться в крайнем правом положении I. Шкала маховичка имеет 100 делений; цена одного деления - I дискрета. Вращением маховичка осуществляется движение суппорта. Величину перемещения можно наблюдать на цифровом индикаторе. Если при движении суппорт наезжает на конечные выключатели, движение прекращается и загорается лампочка аварийной ситуации "ВНИМАНИЕ". Вращением маховичка в обратном направлении осуществляется съезд с конечника, а нажатием клавиши гашение лампочки "ВНИМАНИЕ"

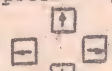
4.I.6. Режим ручного управления

Режим ручного управления используется для управления перемещениями суппорта от клавиш ручного управления как на быстром ходу, так и на скорости, заданной оборотной подачи. Переход в этот режим осуществляется нажатием клавиши

после чего лампочка над ней загорается.

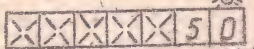
Ускоренные перемещения производятся одновременным нажатием одной из клавиш , , , и клавиши ускоренного перемещения . Перемещение осуществляется до тех пор, пока клавиши нажаты. Максимальные скорости хода являются параметрами системы и могут быть установлены в пределах, допускаемых станком. Например, перемещение на быстром ходу в направлении "-Z" осуществляется одновременным нажатием клавиш , а в направлении "+X" - клавиш .

Клавиши и для перемещений в ручном режиме не нужны. Индикация положения включается самостоятельно при нажатии одной из клавиш как с клавишей , так и без нее. Например, при нажатии клавиш загораются лампочки над клавишей под буквой "Z" - , на индикаторе числа высвечивается положение по оси "Z". При движении индикация меняется, отражая изменение положения. После отпускания клавиш индикация положения остается, как если бы просто нажали клавишу .

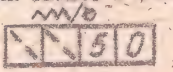
Перемещение суппорта на скорости рабочей подачи осуществляется только от клавиш  без клавиши , при этом должна быть задана скорость подачи и включено вращение шпинделя.

Ввод величины подачи рассмотрим на примере. В случае необходимости введения подачи 50 дискрет/на оборот нажать клавишу (загорится лампочка),

[5] (на цифровом индикаторе высветится цифра 5) и [0] (цифра 5 сместится на одну ячейку влево, а цифра 0 займет ее старое место). Теперь на индикаторе появится



. Нажатием клавиши [◇] набранное значение вводится в устройство. В результате значения подачи на индикаторе числа гаснет и число 50 появляется на индикаторе подачи:



Клавиша [◇] очень важна. Ввод всей информации производится нажатием этой клавиши после того, как информация набрана на пульте. Теперь нажатием одной из клавиш [←] [→] [↑] [↓] можно осуществить движение в любом выбранном направлении.

Значение подачи сохраняется до введения в устройство нового значения F. Оно не зависит от изменения значения подачи автоматического режима и каждый раз при переходе в ручной режим восстанавливается на индикаторе подачи.

4.1.7. Режим вывода (индикации).

Переход в режим вывода (индикации) производится нажатием клавиши [◇] и подтверждается срабатыванием контрольной лампочки над клавишей. В этом режиме особое внимание нужно уделять значению индикатора кадра. Именно его значение задается номером кадра программы или параметра, который выведен на индикацию в настоящее время или будет выведен позже.

Тип индикации определяется состоянием лампочки над клавишей [◇]. Если лампочка погашена, то индицируются кадры управляющей программы, если горит – параметры станка и устройства. Состояние лампочки меняется при каждом нажатии клавиши [◇]. Состояние лампочки над клавишей [◇] не влияет на тип индикации. В качестве примера рассмотрим вывод на

индикацию кадров программы с I5 по I7. Для задания начального номера нужно нажать клавишу [N] . Цифровые индикаторы номера и положения при этом гаснут. Индикатор кадра готов к приему. Далее следует последовательно набрать начальный номер на цифровых клавишах [1] [5] . После нажатия исполнительной клавиши [⇨] кадр номер I5 и его содержимое выводятся на индикацию.

Для индикации следующего кадра не нужно набирать его номер, достаточно снова нажать клавишу [⇨] . Номер кадра автоматически увеличится на I, и на индикацию будет выведен следующий, I6 кадр и его содержимое. При следующем нажатии клавиши [⇨] на индикацию выведется I7 кадр и т.д. Таким образом, последовательно можно просмотреть всю программу или часть ее, начинающуюся заданным на индикаторе номером. После просмотра последнего 249 кадра автоматически происходит переход на кадр N0.

При зажженной лампочке над клавишей [P] аналогичным образом можно просмотреть параметры станка. Все параметры выводятся с буквенным адресом Р. Например, при последовательном нажатии клавиш [P] — загорается

[N] [0] [⇨]

лампочка, на цифровой индикатор выводится нулевой параметр:

[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [1] [0] [0]

P100 – параметр задания геометрических данных в метрической системе.

4.I.8. Режим ввода кадров программы и параметров системы.

Переход в этот режим осуществляется нажатием клавиши [⇨] , над которой загорается лампочка. Для осуществления ввода

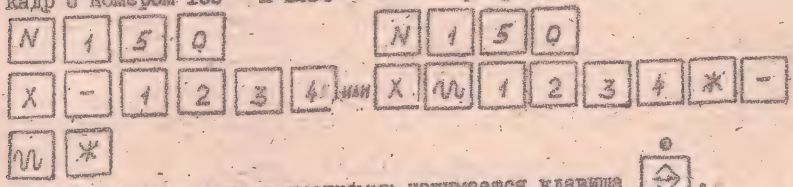
необходимо нажать клавишу деблокировки памяти [◇]. В режиме ввода лампочка над ней должна постоянно гореть. Ввод кадров программы осуществляется при погашенной лампочке над клавишей [Ⓟ].

Кадр состоит из трех частей: номера кадра, буквенного адреса и признака (⊢, ∿, +45°, −45°). Номер кадра набирается на индикаторе номера следующим образом: нажимается клавиша [N] (гаснет индикатор номера), затем, последовательно, например, клавиши [1], [2], [3] – на индикаторе номера появится число 123. Для ввода буквенного адреса необходимо нажать одну из буквенных клавиш. При этом загорится лампочка, соответствующая этому адресу, а индикатор числа очистится (погаснет) для приема значения адреса.

Теперь, нажимая цифровые клавиши на индикаторе числа, следует набрать требуемое число. Знак "минус" (клавиша [−]) можно набрать в любой момент ввода цифр. Повторное нажатие клавиши [−] отменяет ранее набранный "минус". Набор признаков осуществляется нажатием соответствующих клавиш признаков – при этом загораются контрольные лампочки. Для сброса признака (например, при ошибочном нажатии клавиши) необходимо второй раз нажать клавишу признака. Лампочка признака при этом погаснет. При нажатии клавиши [⊢⊕] загорается лампочка ⊢⊕, при нажатии клавиши [✳] – лампочка над клавишей [◇]. Признаку " ∿ " соответствует клавиша [∿] (не путать с клавишей перемещения на быстром ходу) и лампочка ∿, признакам "+45°" и "−45°" – клавиши [+45°] и [−45°] и лампочки +45° и −45°.

Признаки " ∿ ", "+45°", "−45°" взаимно исключают друг друга и не могут быть одновременно в кадре. Поэтому при наборе одного

из них (нажатии клавиши и включении лампочки) остальные признаки сбрасываются и соответствующие им лампочки гаснут. Например, кадр с номером 150 "X-1234 ∿∿∿ * " набирается так:



Для ввода кадра в программу нажимается клавиша ⟐. После ввода номер кадра на индикаторе увеличивается на I, а набранная информация гаснет, подготавливая пульт и индикатори для набора следующего кадра. Исключение составляет лампочка признака ⊢ . Если она горела перед вводом, то она не гаснет после его окончания. Поэтому, если следующий кадр необходимо ввести с этим признаком, то на пульте его набирать не надо. Сбрасывается признак ⊢ повторным нажатием клавиши ⊢.

Если нажать клавишу C , информация, набранная на пульте, гаснет. Сбрасываются признаки (за исключением ⊢), буквенный адрес и числовая его часть. Если нажать клавишу ⟐, введется пустой кадр.

Набирать признаки не обязательно после набора буквенного адреса. Кадр можно вводить и в той последовательности, в какой он записан на бланке. Следует отметить, что до нажатия клавиши ⟐ набранную информацию можно редактировать и изменять, при этом в память введется последний ее вариант. Для редактирования после ввода в память кадр следует вывести в режиме индикации, перейти в режим ввода, отредактировать и записать.

После ввода кадра номер на индикаторе увеличивается на I, но если перейти в режим индикации, то номер уменьшится на I и будет указывать на номер только что введенного кадра. Теперь нажатием клавиши [ ] можно проиндицировать введенный кадр. Это создает определенные удобства при вводе и редактировании кадров после ввода их в память.

Приведем некоторые примеры редактирования кадров. Пусть при индикации (просмотре) введенной программы обнаружилась ошибка в I00 кадре: вместо " Z - I700 [ ] * " оказался кадр " Z -I700 + 45°*". Нажатием клавиши [ ] осуществляется переход в режим ввода. При этом (и только при этом) переходе в другой режим индицируемая информация не сбрасывается. Кадр продолжает индицироваться под своим номером. [ ] - лампочка +45° гаснет, лампочка [ ] загорается; [ ] - лампочка [ ] загорается. [ ] - исправленный кадр вводится в память системы. Теперь можно перейти в режим индикации и продолжать просмотр программы.

В режиме ввода можно вводить параметры станка и системы и работать с архивами управляющих программ в памяти и на кассете внешней памяти.

4.I.9. Режим работы в автоматическом цикле (автоматическом режиме) и его подрежимы.

Этот режим предназначен для отладки (проверки правильности) и выполнения предварительно введенной программы обработки (УП) детали.

В автоматический режим устройство переходит при нажатии клавиши [ ]. Над ней загорается лампочка. Одновременно загорается лампочка и над клавишей [ ] - включается подрежим покадровой работы.

Для отладки УП используются два подрежима: покадровой отработки (с остановкой после выполнения каждого элемента УП) и отработки без перемещения суппорта. Отлаженная программа автоматически выполняется при отмене этих подрежимов.

В любом подрежиме выполнения УП на индикатор числа можно вывести текущее значение по координате X нажатием клавиши , по координате Z - клавиши . УП выполняется последовательно, кадр за кадром, начиная с номера, заданного на индикаторе кадра. Номер задается так же, как в режимах индикации и ввода: сначала нажимается клавиша , затем цифровыми клавишами вводится номер. Во время выполнения УП на индикаторе номера всегда высвечивается номер того кадра, который отрабатывается в данный момент. Если же отрабатывается цикл, состоящий из нескольких кадров, то высвечивается номер первого главного кадра. После отработки кадра или цикла на индикаторе номера автоматически индицируется следующий номер.

Отработка УП осуществляется нажатием клавиши . При этом лампочка над ней загорается и горит до окончания отработки.

Клавиши и служат для включения и отключения подрежимов: покадрового и без перемещений суппорта. Подрежим включен, если над соответствующей клавишей горит лампочка, и отключен - если лампочка не горит.

В покадровом режиме после нажатия клавиши устройство отрабатывает один элемент УП (кадр или проход многопроходного цикла), после чего останавливается; лампочка над гаснет. Для отработки следующего элемента УП нужно снова нажать эту клавишу. Лампочка опять загорится (на время отработки) и погаснет после окончания выполнения

элемента УП. Во время остановок можно контролировать правильность выполнения обработки.

Выполнение УП можно прерывать нажатием клавиши , причем в любом месте траектории (кроме резьбонарезания). В этом случае лампочка над клавишей загорается и гаснет при нажатии .

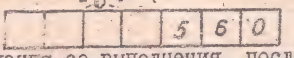
В подрежиме отработки без перемещений система не выполняет только перемещения суппорта, она лишь имитирует их. Имитируемое перемещение можно наблюдать и проверить, включив индикацию положения клавишами или . В этом случае на индикацию будет выводиться расчетное значение, т.е. та величина, которая была бы в том случае, если бы перемещение состоялось.

Оба подрежима можно включать одновременно, т.е. отлаживать программу обработки детали в покадровом режиме без перемещений. Новую УП рекомендуется начинать отлаживать именно таким образом.

После проверки УП можно приступить к выполнению ее в чисто автоматическом режиме (без подрежимов). Для пуска следует набрать номер начального кадра УП (чаще всего это ноль), нажать клавиши и . Над клавишей должна загореться лампочка, что свидетельствует о начале выполнения УП в автоматическом режиме. Остановки будут иметь место только в заранее запрограммированных местах УП, например, при выполнении кадра М00. Остановки происходят и при отработке технологических команд, не воспринимаемых электроавтоматикой станка. Например, если станок не автоматически выполняет команды Т на смену инструмента, а по программе его нужно сменить, то в нужном месте УП задается кадр Т с указанием номера инструмента. Выполняя такой кадр, устрой-

ство останавливается, лампочка над клавишей "пуск" [1] гаснет, а над клавишей "стоп" [0] загорается. После необходимых действий по смене инструмента нажатием клавиши [1] продолжается работа по программе, лампочка [0] гаснет.

В процессе выполнения технологических команд (как исполняемых электроавтоматикой станка, так и не исполняемых) производится их индикация. При этом загорается лампочка соответствующего буквенного адреса, а на индикатор числа выводится код:



Команда индицируется до окончания ее выполнения, после чего восстанавливается предыдущая индикация, бывшая на числовом индикаторе до начала индикации технологической команды. Например, если до выполнения технологической команды выдавалось на индикацию положение по координате, то во время её выполнения эта индикация отменяется, а после выполнения восстанавливается.

Как во время выполнения УП, так и остановов можно проиндицировать код последней выполненной технологической команды вида S или T. Для этого нужно нажать клавишу буквенного адреса [S] или [T], а затем клавишу [⇔]. Этот вид индикации работает также в ручном режиме и в режиме маховичка.

Для прерывания выполнения УП служит клавиша стоп - [0] При этом лампочка над клавишей [1] гаснет, а над клавишей [0] загорается. Исключение составляют такие си[illegible] когда немедленный останов либо невозможен, например при выполнении станком технологических команд либо может привести к порче резца и детали, например при резьбонарезании.

В первом случае останов произойдет сразу после исполнения команды, во втором – после отвода инструмента в безопасное положение. Для останова отработки программы после выполнения очередного элемента УП можно воспользоваться клавишей покадрового подрежима . Последний можно включать и отменять в любой момент, как во время выполнения УП, так и после отработки. Следует знать, что подрежим отработки УП без перемещений можно включать или отменять только в случае, если кадр или цикл доработан до конца, при этом над клавишей лампочка не горит. Для дальнейшего выполнения УП после останова нужно нажать клавишу пуска : устройство продолжит выполнение УП с прерванного места, лампочка погаснет.

При останове система запоминает свое состояние: номер выполняемого кадра (цикла), отработанную часть, значение подачи и т.д. Можно перейти и в другой режим: просмотреть или скорректировать часть УП, произвести замер детали или инструмента, скорректировать положение инструмента в ручном режиме или в режиме маховичка. Затем можно снова перейти на автоматический режим, при этом система автоматически восстановит состояние до перехода: номер кадра, значение подачи, включит лампочку . Нажатием клавиши "Пуск" выполнение УП будет продолжаться с момента останова. Это характерно как для останова по клавише , так и для останова между элементами УП, например в покадровом подрежиме.

Если оператор, не доработав кадр или цикл до конца, задавая новый номер кадра, нажмет клавишу "Пуск" , УП исполняться не будет, а на индикаторе номера высветится номер старого, недоработанного кадра. Для отмены (сброса) недоработанных кадров (циклов) используется клавиша . При ее нажатии в любом

...ме система "сбрасывает" информацию о недоработанном цикле.

Значение величины подачи может быть оперативно изменено оператором с пульта как во время выполнения УП, так и остановов. Это значение заменяет предыдущее и действует до нового задания подачи. Заданное значение подачи высвечивается на индикаторе подачи. Оперативное изменение подачи производится так же, как задание подачи в ручном режиме, т.е. нажимается клавиша [F], с помощью цифровых клавиш задается значение подачи (в тех же величинах, что и в УП) и нажатием клавиши [⇔] вводится в устройство. Числовой индикатор гаснет, а новое значение индицируется на индикаторе подачи. Исключение составляет резьбонарезание, не позволяющее оперативно менять подачу. Но и в этом случае оперативно введенное значение подачи запоминается и используется сразу после конца цикла резьбонарезания. Новое значение подачи сохраняется до тех пор, пока в программе не встретится кадр с адресом F или значение F будет введено с пульта.

4.I.I0. Режим задания нулевой точки

Для устройства необходима постоянная исходная точка – нулевая точка отсчета для каждой оси.

Режим задания нулевой точки включается клавишей [⊥] и осуществляется следующим образом:

I) Включается шпиндель, и в режиме [✋] инструмент подводится к детали;

2) В режиме [⊛] производится проточка вдоль образующей детали;

3) останавливается шпиндель, и производится замер диаметра (например, I09,04 мм);

4) Устройство переводится в режим [⌀–], и замеренный диаметр вводится в память следующим образом:

[X] [1] [0] [9] [0] [4] [⇳]

(индикация адреса и индикатора числа гаснут);

5) включается шпиндель, и в режиме [✋] инструмент подводится к торцу детали. Производится точение торца;

6) инструмент отводится по оси X, шпиндель останавливается, производится замер от торца детали до зажимных кулачков патрона. Из полученной величины вычитается припуск по усмотрению оператора;

7) устройство переводится в режим [⌀–], и замеренная величина вводится в память:

[Z] [9] [5] [0] [0] [⇳]

На рис.I2 показан пример выбора нулевой точки

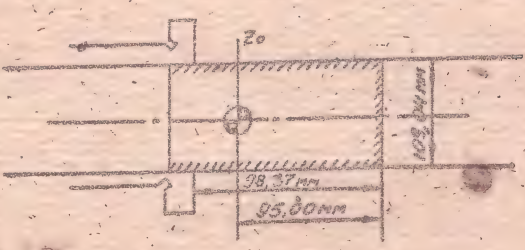


Рис. I2

Правильность задания нулевой точки можно проверить путем поочередного нажатия клавиш [↔] и [↕]. Относительно этой точки программируется начало программы обработки. При этом точка начала обработки выбирается с учетом допуска на неточность установки детали.

При выключении питания значения нулевой точки теряются.

4.I.II. Переход из режима в режим

Переход из режима в режим осуществляется нажатием любой клавиши выбора режима. В результате предыдущий режим работы отменяется, и устройство переходит в новый. Лампочки подрежимов предыдущего режима и индикаторы числа гаснут. Исключение составляет индикация положения, сохраняющаяся при смене режимов и переходе из режима ввода в режим вывода и обратно. В этом случае подрежимы сохраняются, а лампочки буквенного адреса, признаков и индикатор числа гаснут только при переходе из режима вывода в режим ввода. В последнем случае находящаяся на индикаторах информация сохраняется, позволяя редактировать выведенный кадр или параметр. Переход из автоматического режима в любой другой режим возможен до нажатия клавиши [↓] или после нажатия клавиши [⏻], точнее, обрабатывания лампочки над клавишей "Останов".

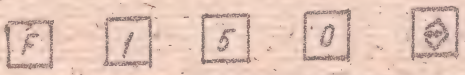
4.I.I2. Задание рабочих подач

В автоматическом и ручном режимах движение суппорта может осуществляться как на рабочей скорости, так и на быстром ходу. Для каждого режима эти скорости можно установить различными.

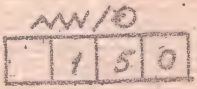
Скорости быстрого хода задаются как значения параметров системы с N2 по N5, отдельно по каждой оси X и Z для каждого режима. Размерность задания – мм/мин.

При выключении устройства значение скорости быстрого хода сохраняется в подлитываемой области памяти.

Рабочая подача - контурная оборотная скорость - задается в дискретах/оборот под буквенным адресом F. Например, задание значения подачи 150 $\frac{\text{дискрет}}{\text{оборот}}$ осуществляется нажатием следующих клавиш:



Заданное значение рабочей подачи индицируется на индикаторе подачи:



Значение рабочей подачи автоматического режима индицируется в автоматическом режиме, режимах ввода, вывода, нулевой точки, значение рабочей подачи ручного режима - в режимах маховичка и ручном.

При смене режимов устройство автоматически меняет значение подачи. При выключении устройства значения рабочих подач теряются, а при включении устанавливаются в ноль.

4.I.I3. Ввод и индикация параметров станка

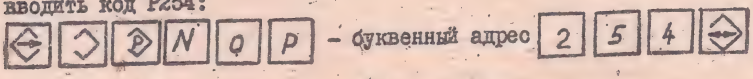
Ввод и индикация параметров станка производятся соответственно в режиме ввода при деблокированной памяти, в режиме вывода - только в подрежиме работы с параметрами. Подрежим включается клавишей , над которой загорается лампочка. Выключение подрежима и гашение лампочки осуществляется повторным нажатием клавиши. В системе используется девять параметров - с 0 по 8 номер.

N0 – показатель метрической или дюймовой системы.

Его значения: P100 – метрическая система;

P254 – дюймовая система.

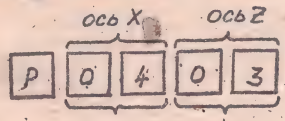
При обработке детали с размерами в дюймовой системе надо в N0 вводить код P254:



– буквенный адрес

N1 – компенсация люфтов станка.

Вид параметра PXXXX. Две левые цифры – люфт в дискретах по оси X, две правые цифры – люфт по оси Z. В систему введено ограничение на максимальную величину компенсации люфта: по оси $X \leq 8$ дискрет, по оси $Z \leq$ – 5 дискрет. При попытке ввести большое значение устройство сигнализирует о превышении. Например, люфт 3 по оси Z и 4 по оси X следующим образом:



Величина компенсации люфта вычисляется по формуле:

$$K = \frac{ЛФТ}{d},$$

где: K – вводимое значение компенсации;

ЛФТ – значение люфта в мкм;

d – цена дискреты измерительной системы по данной оси в мкм (d =2,5 мкм по X и d = 5 мкм по Z). Вводимое значение округляется до целого.

Например, замеренные значения люфтов по осям X и Z равны соответственно 3 и I9 мкм.

Тогда $Kx = \frac{\text{мкм}}{2{,}5\ \text{мкм}} = 1.4$ (округляем до К=I)

$K = \frac{19\ \text{мкм}}{5\ \text{мкм}} = 3{,}8$ (округляем до К=4)

Вводим следующее значение параметра N1: P 0 1 0 4

5 – параметры, определяющие скорость ускоренного хода в мм/мин.

Кадры 2 – 5 означают:

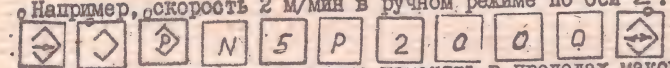
N2 – скорость быстрого хода по оси X в автоматическом режиме;

N3 – скорость быстрого хода по оси Z в автоматическом режиме;

N4 – скорость быстрого хода по оси X в ручном режиме;

N5 – скорость быстрого хода по оси Z в ручном режиме.

Например, скорость 2 м/мин в ручном режиме по оси Z:



Значения быстрого хода можно изменять в пределах максимальных значений для станка.

N6 – угол подачи на глубину при резьбонарезании.

Данные параметра 6 рассчитываются по формуле:

$tg\,\delta$ 4096, где δ – угол подачи на глубину.

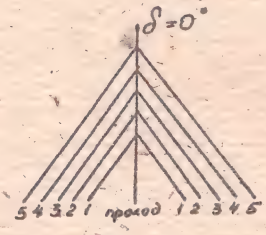


Рис13

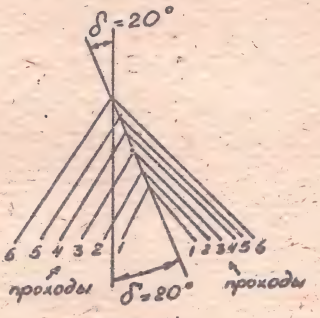


Рис14

Значение тангенса можно найти в таблице или рассчитать с помощью портативного калькулятора. Например, при обработке крупной треугольной резьбы выбрали угол подачи на глубину 20^0.

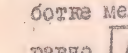
При 20^0 $tg = 0{,}364$

$$4096 \cdot 0{,}364 = 1491$$

Величину 1491 вводят в качестве параметра N6:

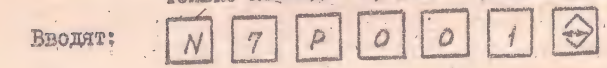
В результате при нарезании резьбы устройство управления устанавливает подачу на глубину под углом 20^0 (рис.14).

Пусть угол при вершине профиля резьбы β. Тогда угол подачи на глубину должен быть $\delta \leq \frac{\beta}{2}$. Например, при $\beta = 60^0$ $\delta \leq 30^0$.

Если угол подачи на глубину равен 0^0 (например, при обработке мелкой треугольной резьбы), то значение параметра N6 равно 

(рис.13).

N7 – параметр отработки технологических команд электроавтоматикой станка. Общий вид параметра $P\alpha\beta\gamma$. Если электроавтоматика станка исполняет команды T (оснащена, например, револьверной головкой), то α устанавливается в "1", если команды S – то β, если команды M, то γ. Невыполняемым командам соответствует положение "0". Например, если отрабатываются только команды M, то N7 должен содержать P001.

Вводят: 

N 8 – указывает тип выдачи кода команды на электроавтоматику станка. При импульсной выдаче ему соответствует положение "1", при потенциальной – "0". Например, если электроавтоматикой отрабатываются команды T, S

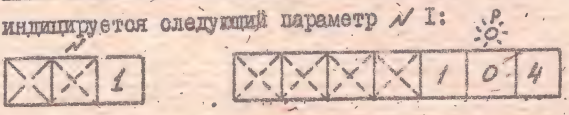
и М, причем, Т и М в импульсном коде, а S – в потенциальном, то вводят [N] [8] [P] [1] [0] [1] [⇔]

Все параметры набираются и вводятся так же, как и кадры программы в подрежиме работы с параметрами при горящей лампочке над клавишей [P]. После ввода индикация не гасится, а индицируется следующий параметр. Например, после ввода параметра

[⇔] [↺] [P] [N] [0] [P] [2] [5] [4] [⇔]

индицируется следующий параметр № I:

[ ] [ ] [1] [ ] [ ] [ ] [ ] [1] [0] [4]



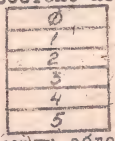
Параметры №0, №7 и №8 должны указываться в паспорте станка как обязательные, а параметры №2÷№5 – как рекомендательные с заданием верхней границы.

4.I.I4. Организация архива управляющих программ

В устройстве предусмотрена возможность хранения временно не используемых программ в архивах системы и на кассете внешней памяти с подпиткой. Кассету удобно использовать в качестве оперативного носителя между устройством и постоянным архивом программ, находящимся, например, на магнитном носителе.

Архив состоит из областей.

Ø
1
2
3
4
5



Архив системы

Обмен между областями производится массивами по 250 кадров. В каждой области может храниться одна управляющая программа ёмкостью 250 кадров или несколько программ меньшей емкости, в

общей сложности, не превышающих 250 кадров. Архив устройства состоит из шести областей с номерами от 0 до 5. 0 – область, где хранится текущая программа, т.е. программа, которую можно просматривать, вводить и отрабатывать в автоматическом режиме. Программами, находящимися в других областях, можно пользоваться, переписав их в текущую рабочую область 0.

В кассете внешней памяти можно хранить 8 областей с номерами от 6 до I3.

Переписывать программу из нулевой области в другую и обратно можно только в режиме ввода, когда память деблокирована и над клавишей [Р] горит лампочка.

Номер области чтения (из которой переписывается программа) набирается на индикаторе номера. Номер области, в которую переписывают программу, набирается на числовом индикаторе под буквенным адресом М. Затем нажимается клавиша [*]. Если набор был правильным, над клавишей [⇒] начинает мигать лампочка. Устройство готово к перепиши, которая осуществляется нажатием клавиши [⇒]. По окончании перепиши индикация сбрасывается, гасятся лампочки над клавишами [◇] и [Р]. Например, перепись программы из области I (в архиве устройства) в область номер I0 (область архива на кассете) осуществляется следующим образом:

[⇒] [◇] [Р] [N] [1] – набран номер области чтения

[M] [1] [0] – набран номер области записи.

[*] – над клавишей [⇒] мигает лампочка.

[⇒] – осуществляется перепись.

Каждая программа, находящаяся в архиве, перед перепиской контролируется на сохранность. В случае нарушения выдается сообщение об аварийном состоянии.

После переписи испорченной программы в область 0 выдается сообщение о сбое памяти УП. Корректировка последней осуществляется клавишей . После этого можно ее просмотреть и, в случае необходимости исправить.

4.2. СОСТАВЛЕНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ (ПРОГРАММИРОВАНИЕ)

4.2.I. Построение управляющей программы обработки детали

4.2.I.I. Управление станком в автоматическом режиме ( ) в устройстве ЧПУ "Электроника НЦ-3I" производится по управляющей программе обработки детали (УП), составленной технологом или оператором станка и введенной в память системы в режиме ввода ( ).

4.2.I.2. УП записывается на бланке, форма которого представлена на рис.I5.

N	G	*	F	ww	X	Z		±45	P	M	S	T	Примечания

Рис. I5 Бланк УП

4.2.I.3. На рис.I6 приведен пример начала текста УП на бланке

N	G	*	F	⌇	X	Z	⇄	±45°	P	M	S	T
0			F160									
1										M3		
2											S560	
3										M39		
4				⌇		Z10550						
5				⌇	X8600							
6					X8300							
7	G2						⇄					
8		*			X-400							
9		*				Z200						
10		*							P-200			
11		*							P-200			
12					X-300			+45°				
13												

Рис. 16. Пример начала УП

4.2.1.4. УП представляет собой последовательность строк. Строка называется кадром.

4.2.1.5. Каждый кадр УП содержит:

- цифровой адрес (номер кадра N);
- буквенный адрес (G, F, X, Z, P, M, S или T);
- значение буквенного адреса

а также при необходимости дополнительно:

- признак системы отсчета (⇄);
- признак модификации (⌇ , +45°, -45°);

– признак принадлежности к группе кадров (ж).

– пустой кадр

4.2.I.6. Номер кадра N может принимать значение от 0 до 249.

4.2.I.7. Кадры УП нумеруются, как правило, начиная с $N=0$ (принципиально возможна нумерация с любого допустимого значения N). Каждый последующий кадр УП имеет номер на I больше.

4.2.I.8. Буквенный адрес в кадре (кодируется одной из 8 букв) определяет в общем случае тип операции (или ее компонент), которую устройство должно осуществить при отработке (выполнении) кадра в автоматическом режиме.

4.2.I.9. Значение буквенного адреса определяет количественную сторону операции, которую устройство осуществляет при отработке кадра. Значение буквенного адреса представляет собой целое число заданной разрядности со знаком. В общем случае значение буквенного адреса лежит в диапазоне ± 999999.

4.2.I.I0. Признак системы отсчета задается в кадре при переходе из абсолютной системы отсчета в относительную и,наоборот, при отмене относительной системы отсчета и восстановлении абсолютной.

4.2.I.II. Признак модификации указывает на особенность отработки операции.

4.2.I.I2. С технологической точки зрения УП представляет собой последовательность операций типа:

– технологических команд (М, S ,Т);

– заданий на установку рабочей подачи (F);

– заданий на геометрические перемещения (X, Z , G...), в том числе циклов, смещений и переключений системы отсчета;

– команд организации последовательности выполнения УП (G , P).

С этой точки зрения несколько последовательных кадров УП могут объединяться в группу [1], при этом все кадры группы, кромеи первого, должны помечаться звездочкой (*). Кадры, помеченные *, устройство рассматривает не как самостоятельные операции, а как параметры (компоненты) некоторой операции. Так, в примере на рис.I6 кадры с 0 по 6 и I2 представляют собой самостоятельные операции. Кадры с 7 по II объединены в группу, задающую перемещение инструмента по дуге.

4.2.2. Рабочие подачи

В данном УЧПУ задаётся контурная оборотная подача. Под контурной подачей следует понимать скорость перемещения инструмента, направленную по касательной к запрограмированной траектории перемещения. Задание контурной оборотной подачи инструмента производится кадром с буквенным адресом F и значением буквенного адреса в дискретах на оборот. Запрограммированная величина подачи распространяется на все последующие кадры вплоть до задания новой подачи. Исключение составляют кадры с признаком быстрого хода (~~) и циклы резьбонарезания.

---

1) В настоящем варианте системы допустимо объединение в группу не более 6 кадров УП.

4.2.3. Технологические команды

4.2.3.I. Для технологических команд характерны следующие особенности:

- команды представляются в УП одним кадром;
- коды буквенных адресов в кадры команды: M, S или T;
- команды, как правило, предшествуют в УП (наряду с командой F) геометрической информации о детали в целом (рис.I6) или некоторой части этой информации.

4.2.3.2. Технологические команды M, S ,T с их цифровыми значениями выдаются непосредственно на станок. Исключение составляет команда M00 и частично M 0, используемые для управления УЧПУ.

4.2.3.3. Цифровые значения адресов M, S ,T изменяются от 0 до 99; их назначение и применение определяются изготовителем станка.

4.2.3.4. Команда M00 – команда останова Уп. Устройство, встретив в УП команду M00, останавливает процесс выполнения УП. Это можно использовать, например, для контрольных обмеров детали и т.п. После нажатия клавиши [⊡] выполнение УП продолжается с кадра следующего после команды M00.

4.2.3.5. Команда M30 – команда конца УП. Команда организует остановку УП, главного привода, приводов подач, а также переход к началу УП на кадр N 0. Таким образом, команда M30 готовит систему к повторному выполнению УП (если последняя начинается с кадра N0).

4.2.3.6. Команда S – команда задания диапазона скоростей вращения шпинделя. Значение буквенного адреса в кадре – – число об/мин шпинделя или код ступени, соответствующей данному числу оборотов. Конкретное значение скорости вращения

может задаваться командой М.

4.2.3.7. Команда Т – команда смены инструмента.

Значение буквенного адреса может указывать либо порядковый номер инструмента, либо его код.

4.2.3.8. В зависимости от модели станка команды S и Т могут быть как исполнительными, так и предупредительными. В первом случае они выдаются на станок. Во втором случае при их исполнении устройство останавливает УП, вновечивает на индикаторе пульта символы "S" или "Т" и значение буквенного адреса. После переключения диапазона числа оборотов шпинделя или смены инструмента продолжение выполнения УП осуществляется нажатием клавиши "Пуск" (▷|).

4.2.4. Система отсчета.

4.2.4.1. В кадрах с буквенным адресом X или Z возможно задание перемещений инструмента как в абсолютных значениях, так и в приращениях. На рис.17 предоставлен чертеж детали, на котором сверху указаны размеры по оси Z в абсолютных значениях относительно нулевой точки (задаваемой в режиме установки нулевой точки (⊥)), а снизу – размеры в приращениях относительно предыдущей точки.

4.2.4.2. При программировании в абсолютных значениях для обозначения пути перемещения инструмента всегда задается координата конечной точки пути относительно нулевой точки.

4.2.4.3. При программировании в приращениях для обозначения пути перемещения инструмента всегда задается разность координат конечной и начальной точек относительно нулевой точки.

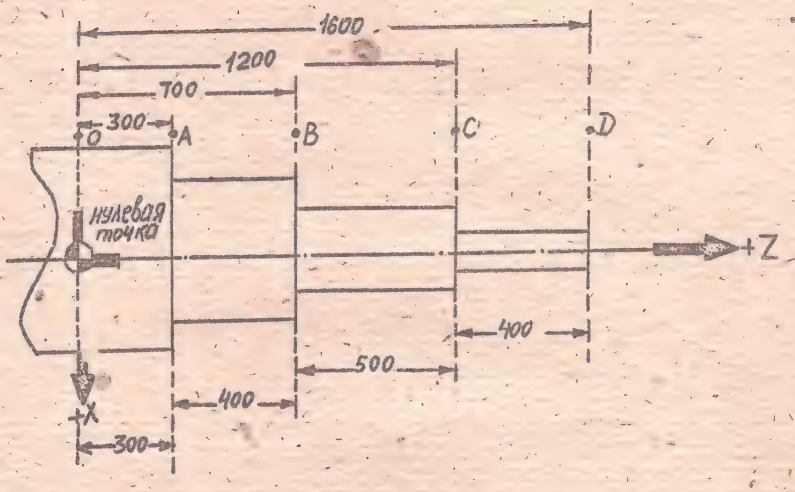


Рис. 17. Размеры в абсолютных значениях и в приращениях.

4.2.4.4. Например, кадр вида Z 1200 в абсолютных значениях задаст перемещение в точку С (см.рис.17), где бы ни находился инструмент перед отработкой этого кадра.

Напротив, кадр вида Z -400 в приращениях точно указывает, что, если С - конечная точка пути, то до отработки кадра инструмент находился в точке D. Но, с другой стороны, этот же кадр может задавать перемещение инструмента из точки В в точку А.

4.2.4.5. После включения устройства ЧПУ "Электроника НЦ-31" и задания нулевой точки возможно программирование кадров вида X и Z только в абсолютных значениях (включена абсолютная система отсчета АСО). Если ряд кадров УП требует программирования в приращениях, то необходимо в начале этого ряда и после него запрограммировать кадры с признаком . Тогда при отработке данного ряда кадров задается относительная система отсчета (ОСО), все кадры вида X и Z отрабатываются в приращениях, а после отработки ряда относительная система отсчета отменяется, т.е. снова задается абсолютная система отсчета (рис.18).

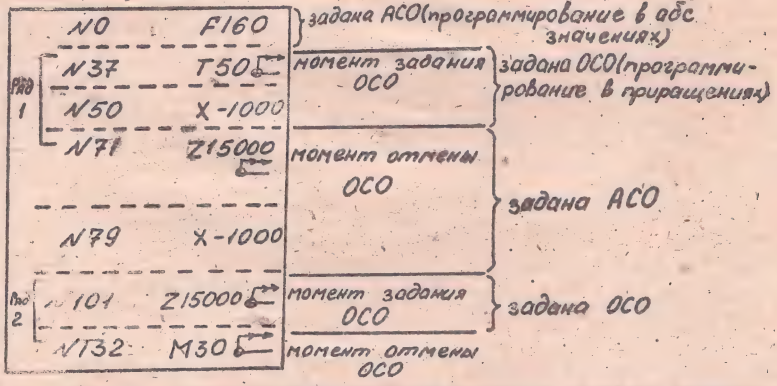


Рис.18. Пример программирования в разных системах отсчета

В данном примере кадры 50 и 79 номеров имеют похожую запись, но означают различные перемещения: 50 задает перемещение на 1000 дискрет в отрицательном направлении по оси X, 79 – в точку с абсолютной координатой X=–1000.

4.2.4.6. Признак [illegible] может быть задан в кадре любого вида. Следует, однако, заметить, что, если [illegible] программируется в кадре вида X или Z, то значения буквенного адреса в кадре определяются тем, какая из систем отсчета включается при отработке данного кадра, т.к. сначала происходит переключение системы отсчета, а затем анализ значения буквенного адреса кадра. Так в вышеприведенном примере в кадре номер 71 значение Z воспринимается в абсолютных значениях (включена АСО), а в кадре номер 101 – в приращениях (включена ОСО).

4.2.5. Перемещения вдоль осей координат

4.2.5.1. Перемещения вдоль оси X (поперечное) или вдоль оси Z (продольное) задаются, соответственно, кадрами с буквенными адресами X или Z в сотых долях миллиметра в абсолютной или относительной системе отсчета. Диапазон значений буквенных адресов X и Z 0÷±999999. При этом одной дискрете по оси Z соответствует перемещение 0,01 мм, а по оси – 0,005 мм. Следует помнить, что значение X задается не на радиус, а на диаметр (удвоенное). Например, кадры X 15000, Z 15000 в абсолютных значениях задают системе следующий режим: сначала перемещение инструмента по оси X в точку с диаметром 150 мм (радиус 75 мм), а затем по оси Z в точку с координатой 150 мм.

4.2.5.2. В некоторых случаях (например, при отводах и подводах инструмента к детали) требуется запрограммировать перемещения инструмента не на рабочей подаче (F), а на быстром хо-

ду. Для этого достаточны те кадры, которые соответствуют отработке перемещений вдоль осей на быстром ходу, снабдить признаком ~~~ . Например, кадры X I5000 ~~~ Z I5000 осуществляют геометрические перемещения, описанные выше, но при этом движение по оси X производится на быстром ходу, а по Z – на рабочей подаче, т.е. после отработки кадра с признаком ~~~ значение подачи восстанавливается (F). Величина подачи быстрого хода определяется параметрами станка (п.4.I.I .

4.2.6. Образование конических поверхностей

Если необходимо осуществить прямолинейное перемещение одновременно по двум координатным осям, задание на отработку такого перемещения программируется в виде группы из двух кадров: одного – с адресом X, другого – Z (с заданием признака). Так, например, любая из двух эквивалентных групп:

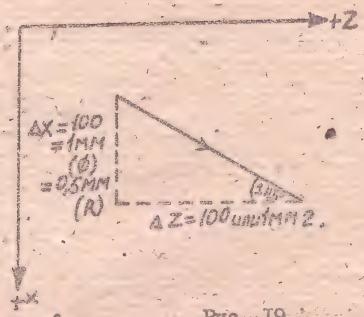
I)

а) X I00 (⊶) б) Z I00 (⊶)

Z I00 * X I00 *

осуществляет в системе перемещение (при включенной относительной системе отсчета) на I мм по оси Z и на 0,5 мм по оси X (рис.I9)

Знак (⊶) в этом и последующих примерах показывает, что значения буквенных адресов в кадрах задаются в относительной системе отсчета.



ΔX и ΔZ – составляющие перемещения по осям X и Z. Стрелка указывает направление перемещения инструмента.

Рис. 19

Заметим, что в кадрах данного типа для получения требуемой конической поверхности недопустимо использование признаков ∧∧∧ и $\pm 45^{\circ}$.

4.2.7. Позиционирование по двум осям

Если необходимо осуществить вспомогательное перемещение инструмента (например, отвод от детали в исходную точку) одновременно по двум осям, то первый кадр группы (п.4.2.6) может модифицироваться признаком быстрого хода (∧∧∧). Например, группа

X100 ∧∧∧ ( )

Z 100 *

задает перемещение на быстром ходу по обеим осям. Значения ΔX и ΔZ те же, что и в примере п.4.2.6. Траектория движения и значение угла наклона (рис.20) зависят от значений подач быстрого хода по каждой оси. Так, если значения подач быстрого хода для осей X и Z равны, угол наклона (рис.20) равен 45°.

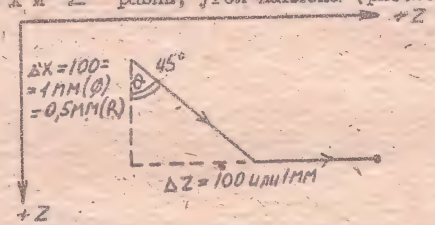


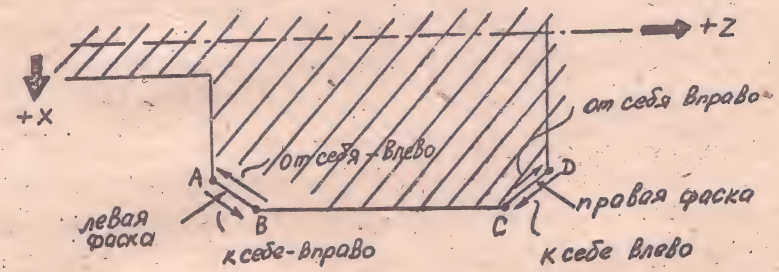
Рис 20.

4.2.8. Образование фасок под углом $+45^{\circ}$

4.2.8.I. Частным случаем перемещения по двум осям является образование фасок под углом $+45^{\circ}$.

4.2.8.2. Задание на отработку фаски под углом $\pm 45^{\circ}$ осуществляется одним кадром с буквенным адресом X или Z с признаком $+45^{\circ}$ или -45°.

4.2.8.3. Заметим, что фаски могут быть левые и правые:



При этом любую из фасок можно обрабатывать, приближаясь к оси вращения детали или удаляясь от нее.

4.2.8.4. Знак признака ($\pm 45^{\circ}$) указывает направление движения по оси, адрес которой отсутствует в кадре. Величина перемещения по этой оси определяется по правилу:

- отсутствует Z (в кадре задано X): $|\Delta Z| = |\Delta X|/2$
- -"- X (-"- Z): $|\Delta X| = 2|\Delta Z|$

4.2.8.5. Примеры на рис.2I,22,23 иллюстрируют обработку левых фасок.

На рис.2I показаны два эквивалентных кадра (и графики их отработки) снятия фаски в I мм под углом 45° при включенной системе отсчета.

а) XI3200 +45°

б) Z5I00 + 45°

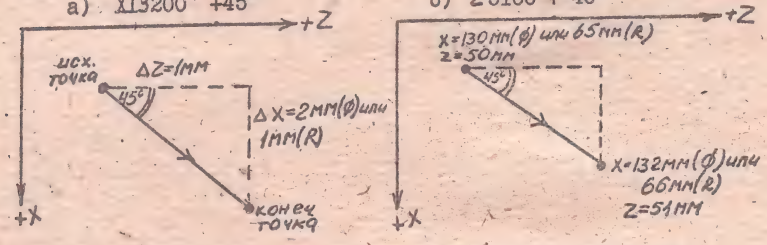


Рис.2I. Задание движения под ∠ 45° (к себе вправо) в абсолютных значениях

То же перемещение может быть осуществлено также в приращениях (рис.22)

а) X200 + 45°( ) б) I00 +45°( )

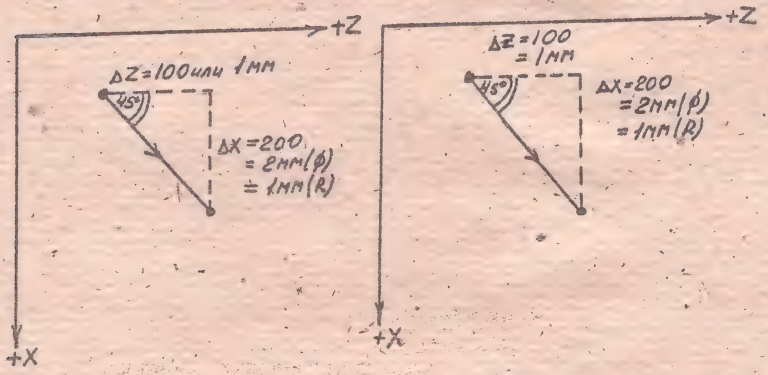


Рис.22. Задание движения под ∠ 45° (к себе вправо) в приращениях

То же задание, но при движении от себя влево (рис.23):

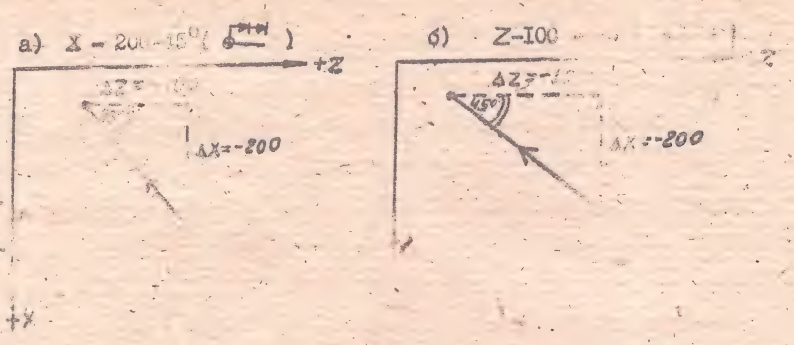


Рис.23. Задание движения под ∠ 45° в приращениях (от себя влево)

1.2.8.6. Примеры, приведенные на рис.24 и 25, иллюстрируют обработку правых фасок в приращениях.

а) X200 - 45°( ) б) Z-100 + 45° ( )

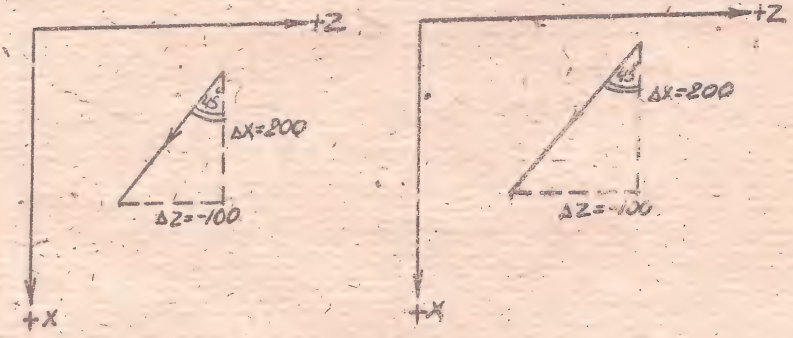


Рис.24. Задание движения под ∠ 45° в приращениях (к себе влево)

а) X-200+45°( ) б) Z100-45°( )

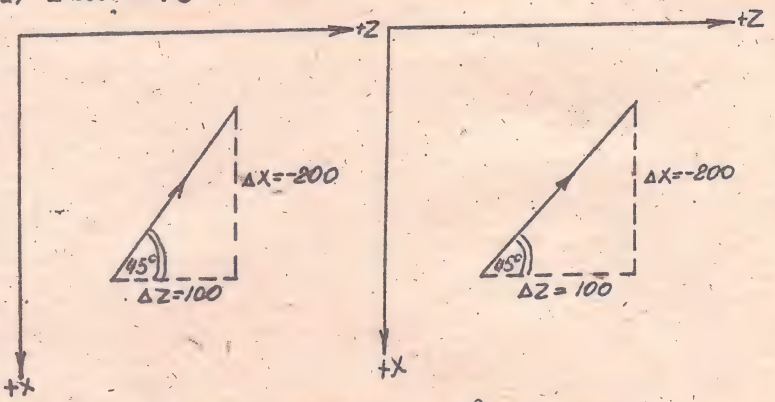


Рис.25. Задание движения под ∠45° в приращениях (от себя вправо)

Заметим, что описанные выше типы перемещений могут быть использованы не только при обработке фасок, но и при обработке конусов с углом конусности ±45°, при отводах инструмента и т.п.

4.2.9. Образование шаровых поверхностей (галтелей) в пределах одного квадранта (дуга 90°)

4.2.9.I. Для обработки галтелей в пределах квадранта (дуга 90°) по часовой стрелке программируется группа, состоящая из трех кадров, из которых первый G I2, второй – с буквенным адресом X, третий – Z или наоборот. Так, при задании групп (система отсчета – относительная):

а) G I2 ( )	б) G I2 ( )	в) G I2 ( )	г) G I2 ( )
X200 *	X200 *	X-200 *	X-200 *
Z100 *	Z-100 *	Z-100 *	Z100 *

обеспечивается перемещение по дуге 90° радиусом I мм, показанное на рис.26.

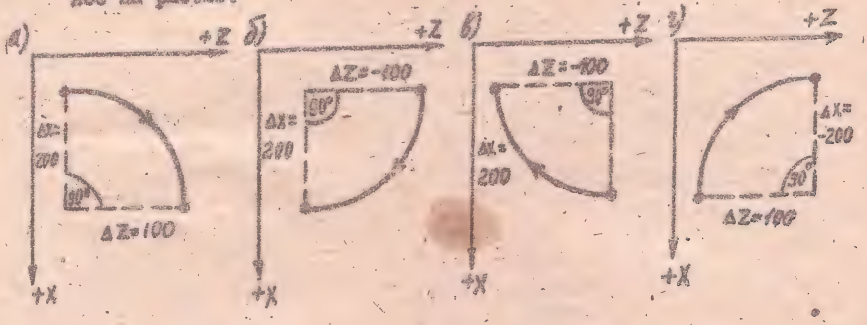


Рис. 26.

4.2.9.2. Для отработки таких перемещений против часовой стрелки задается аналогичная группа, начинающаяся кадром G I3. Так, при отработке групп кадров (система отсчета – относительная):

а) G I3 ( )	б) G I3 ( )	в) G I3 ( )	г) G I3 ( )
X200 *	X-200 *	X-200 *	X200 *
Z I00 *	Z I00 *	Z-I00 *	Z-I00 *

осуществляется перемещение, показанное на рис.27

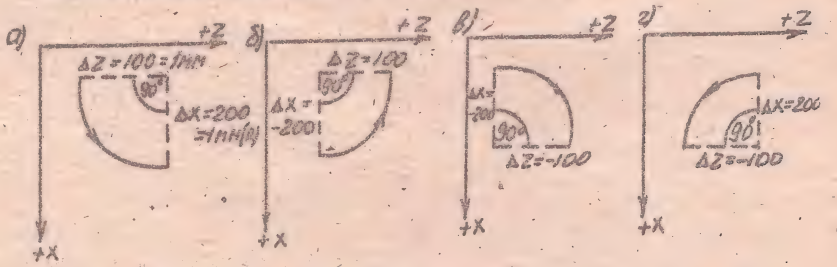


Рис. 27

Радиус дуги при отработке G I2 и G I3 рассчитывает устройство ЧПУ.

4.2.I0. Обработка шаровых поверхностей (галтелей) по дуге менее 90^0.

4.2.I0.I. Для перемещения инструмента внутри квадранта по дуге менее 90^0 по часовой стрелке применяется группа из пяти кадров, из которых первый G 2, второй и третий – с адресами X, Z последние – с адресом P. Кадры с адресами X и Z определяют положение конечной точки дуги и задаются, как обычно, с учетом той или иной системы отсчета. Кадры с адресами P определяют координаты центра дуги относительно исходной точки:

P_1 – координату по оси X (на радиус)

P_2 – координату по оси Z,

причем независимо от систем отсчета задают всегда относительные координаты. Так, группы кадров (при заданной относительной системе отсчета):

а) G 2 ( )	б) G 2( )	в) G 2( )	г) G 2( )
X20 *	X20 *	X-20 *	X-20 *
Z I0 *	Z-I0 *	Z-I0 *	Z I0 *
P20 *	P-I0 *	P-20 *	PI0 *
P-I0 *	P-20 *	PI0 *	P20 *

обеспечивают отработку следующих перемещений (рис.28)

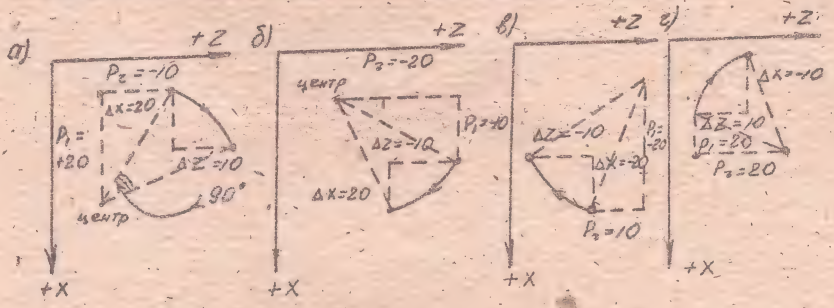


Рис.28

4.2.I0.2. Для подобных перемещений, но против часовой стрелки, применяется аналогичная группа, начинающаяся с кадра G3.

Так, группы

а) G3 ( )	б) G3 ( )	в) G3 ( )	г) G3 ( )
X20 *	X-20 *	X-20 *	X20 *
Z I0 *	Z I0 *	Z-I0 *	Z-I0 *
-PI0 *	-P20 *	PI0 *	P20 *
P20 *	-PI0 *	-P20 *	PI0 *

(при задании относительной системы отсчета) обеспечивают отработку системой следующих перемещений (рис.29):

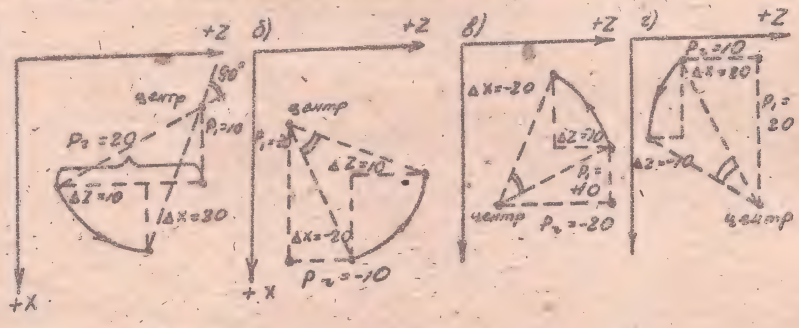


Рис. 29

4.2.I0.3. Последовательность задания адресов P в группах кадров G 2 и G 3 должна строго соблюдаться (п.4.2.I0.I)

4.2.II. Многопроходные циклы (продольный и поперечный)

4.2.II.I. В предыдущих разделах инструкции рассматривались приёмы программирования перемещений по элементам контура (прямым, дугам). Наряду с этим часто приходится программировать большое число однотипных движений, особенно параллельных осям

или какому-нибудь контуру. Для упрощения программирования серии таких однотипных движений применяются многопроходные продольные и поперечные циклы.

4.2.II.2. Цикл продольного перемещения с разделением припуска на проходы состоит из четырех кадров, из которых первый – 77, остальные, соответственно, с адресом X, Z и P задают

X – полный припуск (или требуемый конечный диаметр);

Z – длину прохода (или координату конечной точки прохода);

P – припуск на проход (положительный, на диаметр, всегда в относительной системе отсчета).

Полный припуск (по модулю) должен быть больше припуска на проход.

Если, например, задан цикл вида (в относительной системе отсчета, причем перед началом выполнения цикла абсолютные координаты инструмента X=I0000, Z=20000:

G77 (

X-4250 *

Z-7500 *

P400 *

значения исходных координат и параметров X, Z и P цикла показывают, что требуется осуществить многопроходное продольное резание заготовки с внешней ее стороны, ближайшей к оператору (рис.30)

Полный припуск составляет 2I,25 мм, длина прохода – 75 мм, глубина резания (припуск на проход) – 2 мм (на радиус).

4.2.II.3. Получив задание в виде цикла G 77, система выполняет первый проход резания посредством последовательности четырех элементарных движений (рис. 31):

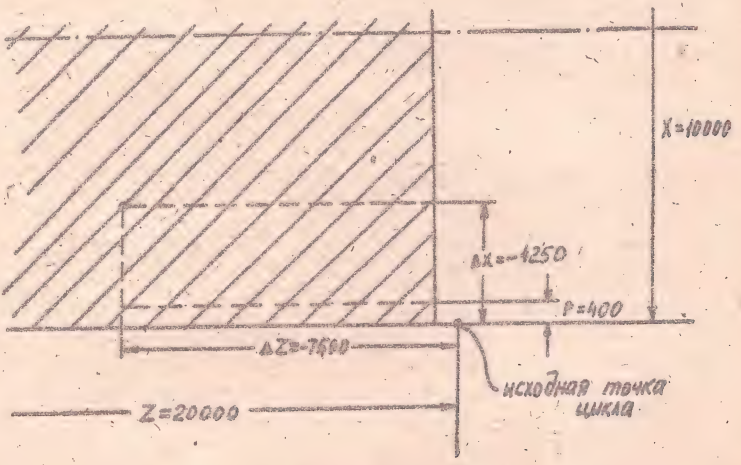


Рис. 30.

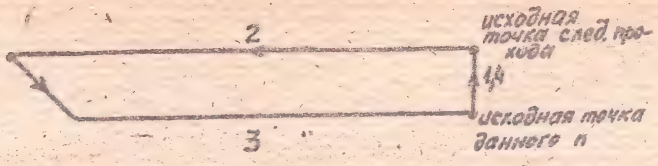


Рис. 31

I – выход на глубину резания (Р), врезание;

2 – резание (ΔZ);

3 – отвод инструмента в исходную точку данного прохода;

4 – выход в исходную точку следующего прохода (Р).

Движения I и 2 осуществляются на рабочей подаче, 3 и 4 – на быстром ходу.

Реализовав первый проход, устройство рассчитывает остаток полного припуска ($|\Delta X| - P$). Если он превышает величину Р, устройство реализует второй проход при той же последовательности элементарных движений (с глубиной резания Р) и снова рассчитывает остаток ($|\Delta X| - 2XP$). Если он опять более Р, устройство переходит на аналогичный третий проход и т.д. до тех пор, пока после выполнения i-го прохода остаток ($|\Delta X| - iXP$) не станет равным или меньше Р.

В приведенном выше примере $i = 10$, т.е. было осуществлено 10 проходов с глубиной резания Р.

Если остаток ($|\Delta X| - iXP$) $\leq$ Р последний проход реализуется последовательно тремя элементарными движениями (рис. 32).

Рис. 32.

I – выход на глубину резания (равную остатку полного припуска); в примере – I,25 мм;

2 – резание (ΔZ);

3 – отвод инструмента в исходное (перед циклом G 77) положение (ΔX).

Скорость перемещений та же, что и в вышеприведенном примере.

4.2.II.4. Кадр G 77 может сопровождаться признаком быстрого хода ⌇⌇⌇ . В этом случае движения номер I в проходах отрабатываются на быстром ходу.

4.2.II.5. Цикл поперечного перемещения с разделением припуска на проходы аналогичен циклу типа G77, но осуществляет фазу резания в проходе не в продольном, а в поперечном направлении и состоит из четырех кадров, из которых первый - G 78, а остальные, соответственно, с адресом X , Z и P задают:

X - длину прохода на координату конечной точки прохода (на диаметр);

Z - полный припуск или координату конечной точки резания;

P - глубину резания или припуск на проход (в относительном перемещении).

4.2.II.6. Так, многопроходный цикл вида:

G 78 (

X - I5000 *

Z - 2I25 *

P 200 *

обеспечивает отработку серии тех же движений, что и в предыдущем примере (п.4.2.II.2), но ориентированных не в продольном, а в поперечном направлении. Здесь подразумевается обработка заготовки (рис. 33) также с внешней ее стороны, ближайшей к оператору (координаты исходной точки цикла X=40000, Z=20000, т.е. заготовка имеет несколько больший диаметр. Длина прохода 75 мм, полный припуск 2I,25 мм, припуск на проход 2 мм.

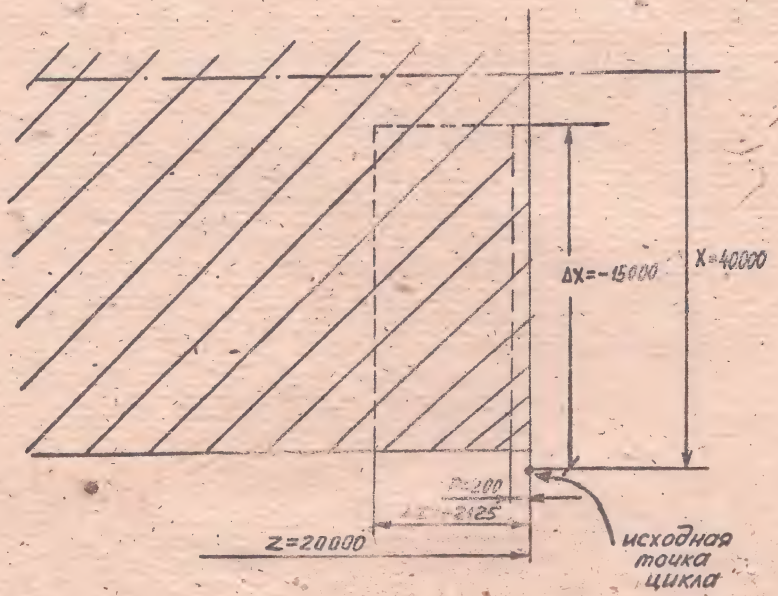


Рис. 33

4.2.II.7. Первые I0 проходов при условии, что остатки полного припуска (|ΔZ| - [номер прохода × P]) больше P, система осуществляет по схеме, приведенной на рис. 34.

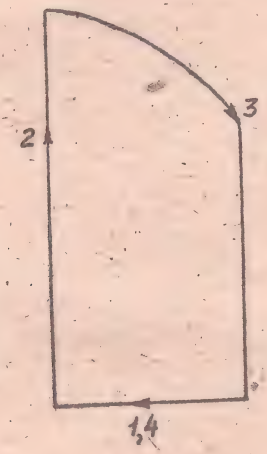


Рис. 34.

Здесь характер и значения перемещений те же, что и в предыдущем примере, кроме величины движения 2, которая равна ΔX. После I0-го прохода остаток (|ΔZ| - 10×P) не больше P. В этом случае последний проход отрабатывается по схеме, приведенной на рис.35.

4.2.II.8. Подобие G 77 кадр G 78 может сопровождаться признаком MOV (п.4.II.4).

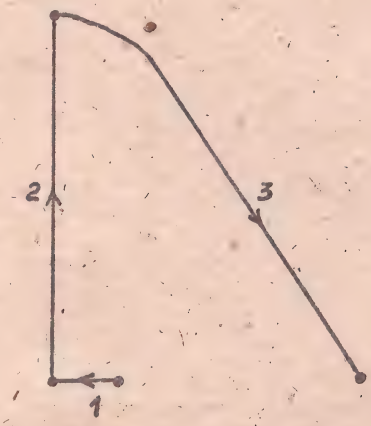


Рис. 35

4.2.I2. Многопроходный цикл резьбонарезания

4.2.I2.I. Цикл резьбонарезания задается группой из шести кадров, из которых первый – G 3I, следующие три, соответственно, с адресом X, Z , F , два последние – с P задают:

X – наружный диаметр резьбы (в абсолютной системе отсчета) или необходимое перемещение до него их исходной точки цикла (в относительной системе);

Z – конечную точку резьбы или длину резьбы;

F – шаг резьбы (с дикретностью 0,000I) в пределах 0,000I÷40,9500 мм (на оборот);

P_I – глубину резьбы (положительная, на радиус, в приращениях);

P_2 – глубину I-го прохода (положительная, на радиус, в приращениях).

4.2.I2.2. Цикл G3I требует задания:

- воздушного зазора (ΔX) по оси X порядка 8–I0 мм (на $\varnothing$);
- воздушного зазора ε по оси Z, размер которого зависит от значений S и F и выбирается по специальной номограмме, составляемой заводом-изготовителем станка;
- предварительно подготовленной фаски на торце резьбы размером не менее P_I;
- константы станка, определяющей угол δ подачи на глубину.

4.2.I2.3. Если на заготовке (рис. 3.6) диаметра 24 мм требуется (при исходной точке с координатами X=5800, Z=II700) – нарезать резьбу с шагом 2 мм и длиной 30 мм, следует задать следующий цикл (при включенной абсолютной системе отсчета):

G3I

X4800 *

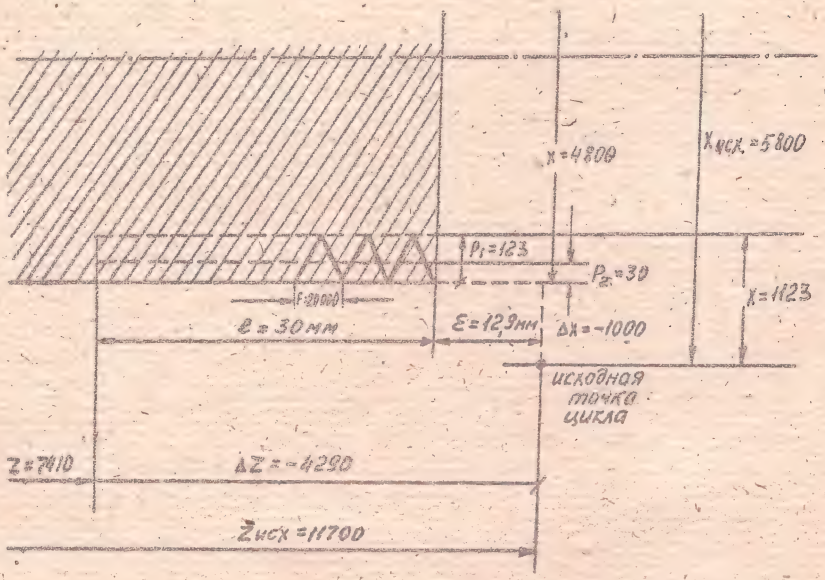

X = 4800
X исх. = 5800
P1 = 123
P2 = 30
X = 1123
F 20000
e = 30 мм
ε = 12,9 мм
ΔX = -1000
исходная точка цикла
Z = 7410
ΔZ = -4290
Z исх = 11700

Рис. 36

Z 74I0 *

F20000 *

P I23*

P 30*

Цикл обеспечивает зазоры: по оси X-5 мм, по оси Z-I2,9 мм, глубину резьбы -1,23 мм, глубину 1-го прохода -0,3 мм.

4.2.I2.4. Первые i проходов, в которых выполняется неравенство остаток полного припуска ($2P_I - i \times 2P_2$) больше двойной глубины прохода $4P_2$ осуществляются по схеме на рис.37.

В описываемых i проходах, начиная со второго, последова - тельно увеличивается значение перемещения "I" (на величину, равную $2P_2 \cdot tg\,\delta$), на столько же уменьшается величина перемещения 2^{δ}, увеличиваются на $2P_2$ значения перемещений 2^{a} и значение величины вывода резца из резьбы.

В данном примере таких проходов будет осуществлено $3\ (i=3)$

4.2.I2.5. В конце i-го прохода неравенство $[2P_I - 3 \cdot 2P_2] > 4P_2$ не соблюдается, и система переходит к другому способу расчета величин припусков на проход и оценки числа оставшихся проходов. Если значение P_2 равно I, число оставшихся проходов равно 3, если $P_2 >$ I, то - 4. Оставшиеся проходы делятся на промежуточные (2÷3 прохода) и окончательный.

I-й промежуточный проход осуществляется по приведенной схеме о величинами перемещений:

$I - (P_1 - P_2)\,tg\,\delta$;

$2a - [2P_1 + \Delta x - 2P_2]$;

$2b - [\Delta z - (2P_2 + \Delta x)\,tg\,\delta]$;

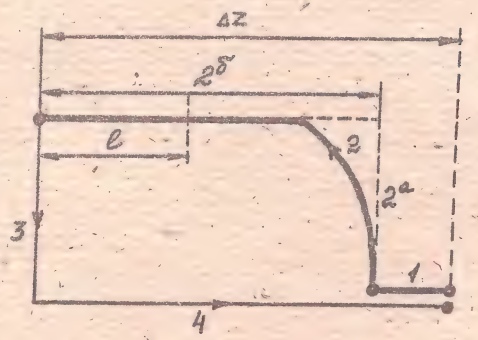


Рис. 37

I – выход в исходное положение резьбонарезания (подача – быстрый ход); величина перемещения

„1" = $[2P_2 + \Delta X] \cdot tg\,\delta$;

2 – подвод к торцу на глубину резания (на быстром ходу) и резьбонарезание (на подаче, равной шагу резьбы);

$2^a = [P2_2 + \Delta X]$; $2^\delta = [\Delta Z - (2P_2 + \Delta X) \cdot tg\,\delta]$;

3 – вывод резца из резьбы (подача – быстрый ход); величина перемещения = 2а;

4 – отвод в исходную точку цикла (подача – быстрый ход); величина перемещения = ΔZ .

3 – величина 2a;

4 – ΔZ.

В последующих промежуточных проходах, начиная со второго, величина глубины прохода последовательно уменьшается вдвое, что приводит к изменению значений всех перемещений, кроме 4-го.

Окончательный проход система осуществляет со следующими значениями перемещений:

I – $P_1 \cdot tg\,\delta$;

2a – $2P_1 + \Delta x$;

2 – $[\Delta Z - (2P_2 + \Delta x) \cdot tg\,\delta]$

3 – велич. 2a;

4 – ΔZ.

В приведенном выше примере цикла G31 число оставшихся проходов – 4 ($P_2 > I$): три промежуточных и один окончательный.

4.2.I3. Смещение нулевой точки и коррекция установки инструмента

4.2.I3.I. Нулевая точка задается в режиме ⌊— и рассчитана на работу с тем инструментом, которым пользовались при ее установке. Однако, по технологии обработки большинства деталей в процессе обработки их в автоматическом режиме работы УЧПУ требуется смена (или корректировка) инструмента, которая может стать причиной несоответствия фактического положения суппорта (точнее, конца резца) его координатному отображению в устройстве ЧПУ.

4.2.I3.2. Команда автоматического смещения нулевой точки системы состоит из трех кадров, из которых первый G92, а два других, соответственно – с адресом X, Z. Команда предназначена для коррекции положения нулевой точки при износе, например, или смене инструмента. Кадры X и Z задаются, причем только в абсолютной системе отсчета. Задаются такие значе-

ния суммы вида $X+\Delta_X$ и $Z+\Delta_Z$, где X и Z – координаты некоторой исходной точки, на которую выводится старый инструмент перед его заменой и выполнением команды G92, Δ_X и Δ_Z – разности по координатным осям между координатами (контролируемыми по индикации) некоторой точки детали при касании ее сначала старым, а затем новым инструментом.

4.2.I3.3. Пусть Δ_X= 2000, а Δ_Z= I000 (новый инструмент на I0 мм короче и размещен в суппорте на I0 мм правее старого инструмента). Тогда система, отработав фрагмент УП (в абсолютной системе отсчета).

```
N I70      X I0000
N I7I      Z 8000
N I72      G 92
N I73      X I2000*
N I74      Z 9000*
N I75      T30
N I76      X I0000
N I77      Z 8000,
```

высветит на индикаторе X=I0000 и Z=8000, т.е. то же, что и до команд T и G92, несмотря на то, что в суппорте закреплен новый (смещенный относительно старого) инструмент.

4.2.I3.4. Команда G92 задает координаты обработки детали и освобождает от необходимости смещения фактической нулевой точки при смене инструмента, что повышает скорость обработки и удобство ее контроля.

4.2.I4. Команды переходов и организация последовательности выполнения УП

4.2.I4.I. В предыдущих разделах были рассмотрены операции (технологические, геометрические и т.п.), которые в процессе

обработки детали не изменяли, как правило, порядка и ритма выполнения кадров УП, причем, любая из вышеописанных операций (за исключением команд М00 и М30) после своей отработки немедленно "вызывала" на отработку следующую операцию, записанную в УП. Нижеперечисленные команды этот порядок прерывают либо по времени, либо по нумерации кадров УП.

4.2.I4.2. Команда выдержки времени состоит из двух кадров, из которых первый – G 4, второй – P. Значение последнего определяет выдержку времени в сотых долях секунды. Например, команда

G 4
P100 ж

обеспечивает выдержку времени I с.

4.2.I4.3. Команда запланированного аварийного останова G 55 отличается от М00 тем, что в момент останова УП загорается лампочка "Внимание". Эта команда используется как предупредительная, напоминая оператору о необходимости проведения каких-либо операций.

4.2.I4.4. Команда передачи управления P применяется для принудительного изменения естественного порядка выполнения кадров. Значение адреса P соответствует номеру кадра, к которому надо перейти. Например, в фрагменте УП

N100	G 4
N200	P100

после выполнения кадра с номером 200 начнет выполняться кадр с номером I00. Значение P лежит в диапазоне 0 ÷ 249.

4.2.I4.5. Команда обращения к подпрограмме состоит из трех кадров, из которых первый – G 25, последние – с буквенным адресом P, где:

P_I – номера начального ($N_{нач.}$) и конечного ($N_{кон.}$) кадров подпрограммы (ПП); при этом первые три цифры P_I – N нач. (не более 249), а последние три – P_I – N кон (не более 249);

P_2 – число выполнений ПП (не более 999).

При этом приняты ограничения:

а) $P_2 = 0$ равнозначно P_2=I;

б) N нач. $\leqslant$ N кон;

в) N нач. $\neq N \div [N+2]$, где N – номер кадра G 25;

г) N кон. $\neq N \div [N+2]$.

Применение команды G 25 удобно в случаях, когда какой-то участок УП (например, подпрограмму) необходимо исполнить несколько раз или по одному разу, но обращаясь к ПП из различных мест УП, что экономит общий объем УП при наличии в ней нескольких однотипных технологических процедур. На нижеприведенном фрагменте УП командой, заданной кадрами I00÷I02 осуществляется тройной прогон ПП, заданной кадрами I50–I58, после чего выполнение УП продолжается с кадра I03.

N I00	G 25	
N I0I	PI50I58 *	
N I02	P3 *	
N I50	M38	ПП
N I58	G4	
N I70	G25	
N I7I	PI50I58 *	
N I72	PI *	

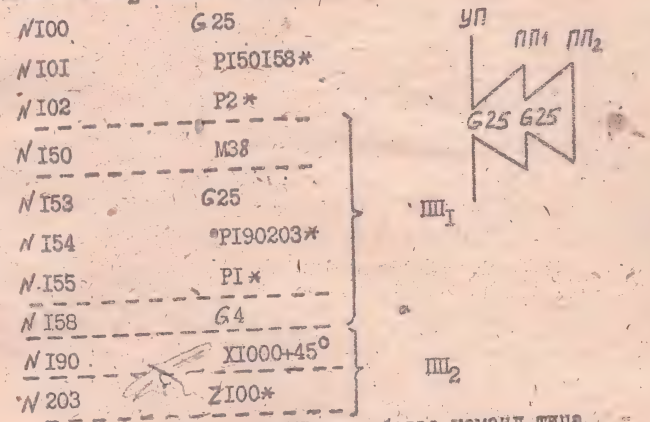
Достигнув кадра I50, система может "обойти" ПП, если, например имеется:

N149 | PI59,

или выполнить ПП еще раз естественным образом, если команды обхода нет. При выполнении команды, заданной кадрами I70÷I72, снова организуется переход на ПП, а после ее выполнения – на кадр I73.

Заметим, что в УП может быть несколько различных ПП. Внутри ПП могут также находиться команды типа G25, т.е. команды обращения из $ПП_1$ к $ПП_2$ и т.д. Такие обращения называются вложенными. Система допускает до трех вложений ПП.

На следующем фрагменте УП представлена ситуация, при которой кадрами I00÷I02 обеспечивается обращение к $ПП_1$ (кадры I50÷I58), а кадрами I53÷I55 – к $ПП_2$ (кадры I90÷203).



В данной ситуации (если внутри $ПП_2$ нет более команд типа G25) глубина вложения равна I.

Заметим, что зачастую внутри ПП предпочтительнее программирование в относительной системе отсчета, что позволяет использовать ПП при различных исходных положениях инструмента, хотя это правило и не обязательное.

4.2.I4.6. УП может содержать не только кадры, описанные в данной инструкции, но и так называемые пустые кадры, имеющие только номер и не содержащие буквенно-цифровой и признаковой информации. Пустые кадры позволяют резервировать в УП место для внесения в него возможных последующих корректив и добавлений.

4.2.I5. Некоторые практические советы по программированию

4.2.I5.I. При задании на чертеже произвольного угла конуса начения катетов, образующих конус, можно выбрать из соответствующих технологических таблиц.

4.2.I5.2. При обработке инструментом, имеющим радиус режущей кромки, переходов контура типа:

- цилиндр-конус и конус-цилиндр;
- торец-конус и конус-торец;
- дуга-конус и конус-дуга;
- галтель-конус и конус-галтель

необходимо вводить коррекцию, учитывающую особенности перехода и радиус кромки инструмента. Для расчета величины коррекции существуют соответствующие методы и таблицы.

4.2.I5.3. Обработку посадочных поверхностей можно прерывать остановкой УП нажатием клавиши [О], вводя в УП (в режиме ввода) соответствующие коррективы (вплоть до смещения нулевой точки) по результатам ручных замеров. После этого можно продолжать обработку в автоматическом режиме.

4.2.I6. Пример составления УП детали.

4.2.I6.I. На рис. 38 приведен чертеж вала, УП которого представлена ниже (в УП величины технологических параметров F, S и функции M и T приняты для условного станка).

Пример записи управляющей программы обработки вала

N	G	*	F	M	X	Z	⌐	±45	P	M	S	T	Примечания
0			F35										0,35 мм/об
1										M3			вкл. главн. привода (правое вращение)
2											S710		710 об/мин
3										M38			
4				MM	X20000								точка смены инструмента
5				MM		Z40000							
6										M5			останов шпинделя
7												T1	черновой резец
8	G92												X[20000+ΔX]; Z[40000+ΔZ]; учет разности вылета инструмента Tф и T1
9		*			X...					1			
10		*				Z...							
11										M3			вкл. шпинделя
12				MM		Z38600							выход в исходную точку обработки
13				MM	X7000								
14					X5800								1-ый черновой проход
15						Z24600							
16					X7200			-45					
17				MM		Z38600							

Пример записи управляющей программы обработки вала

N	G	M	F	W	X	Z	L	∠45°	P	M	S	T	Примечания
18				W	X4700								2-ой черновой проход вкл. ОСО Отмена ОСО
19						Z29500							
20													
21					X1000		L(1)						
22		*				Z-5000							
23				W		Z38600	L(0)						
24				W	X4700								
25								—		M39			1120 об/мин
26	G77												
27		*			X3200								3-ий черновой проход вкл. ОСО отмена ОСО
28		*				Z-4590	L(1)						
29		*					L(0)		P750				
30	G92												подготовка к 1-ому чистовому проходу
31		*			X4600								
32		*				Z38600							
33					X2200								подвод в исх. точку чист. прохода
34						Z38500							
35	G12												концевая галтель
36		*			X3000								
37		*				Z38100							
38						Z34000							концевой цилиндр
39					X4042								заплечик
40					X4500								фаска
41						Z29453		-45°					цилиндр под резьбу

Пример записи управляющей программы обработки вала

N	G	*	F	M	X	Z		145	P	M	S	T	Примечания
42										M38			710 об/мин ...
43					X991		(1)						вкл. ОСО конус
44		*				Z-4955							
45													
46	G3												дуга галтели
47		*			X1095								
48		*				Z-498							
49		*							P547				
50		*							P52				
51					X6522								отмена ОСО
52					X78			45					вкл. ОСО, фаска
53						Z-616							подвод к канавке
54					X-258								ПП канавки
55		*				Z-620							
56					X258								
57		*				Z-620							
58						Z-610							
59													
60	G25												8 канавок
61		*							P 05105 8				
62		*							P8				
63						Z5000							отмена ОСО
64					X7200			45					фаска
65						Z5000							

Пример записи управляющей программы обработки вала

N	G	*	F	W	X	Z	∠	±45°	P	M	S	T	Примечания
66	G92												подготовка для 2 ого чистового прохода
67		*			X7300								
68		*				Z5000							
69	G92												восст. НТ X[7300-ΔX]; Z[5000-ΔZ];
70		*			X....								
71		*				Z....							
72				MW	X20000								точка смены инструмента
73				MW		Z40000							
74										M5			останов шпинделя
75												T2	чистовой резец
76										M3			вкл. шпинделя
77	G92												учёт разности вылетов инструментов T Ф и T2 X[20000+ΔX], Z[40000+ΔZ]
78		*			X....								
79		*				Z....							
80				M		Z38600							исх. точка обработ.
81			F23										0,23 мм/об
82										M39			1120 об/мин
83	G25												2 ой чистовой проход
84		*						P	0330	65			
85		*							P1				
86	G92												восст. НТ X[7200-ΔX]; Z[5000-ΔZ];
87		*			X....								
88		*				Z....							
89				W	X20000								точка смены инстр

Пример записи управляющей программы обработки вала

N	G	*	F	M	X	Z	⟷	±45°	P	M	S	T	Примечания
90				M		Z40000							точка смены инстр.
91										M5			останов шпинделя
92												T3	резец для резьбонарезания
93										M3			вкл. шпинделя
94	G92												учёт разности вылетов инстру ментов Т Ф и Т3
95		*			X....								
96		*				Z....							
97				M		Z34700							исх. точка резьбонарезания
98				M	X5500								
99													
100	G31												цикл резьбонарезания
101		*			X4500								
102		*				Z30000							
103		*	F1500										
104		*							P92				
105		*							P35				
106	G92												восст. НТ X[5500-ΔX]; Z[34700-ΔZ]
107		*			X....								
108		*				Z....							
109				M	X20000								
110				M		Z40000							отвод в исх. т-ку смены инструмента
111										M5			
112					..					M30			останов шпинделя
													конец ПО

Все остальные кромки 0,1×45°

Размеры заготовки ф 70, длина 385

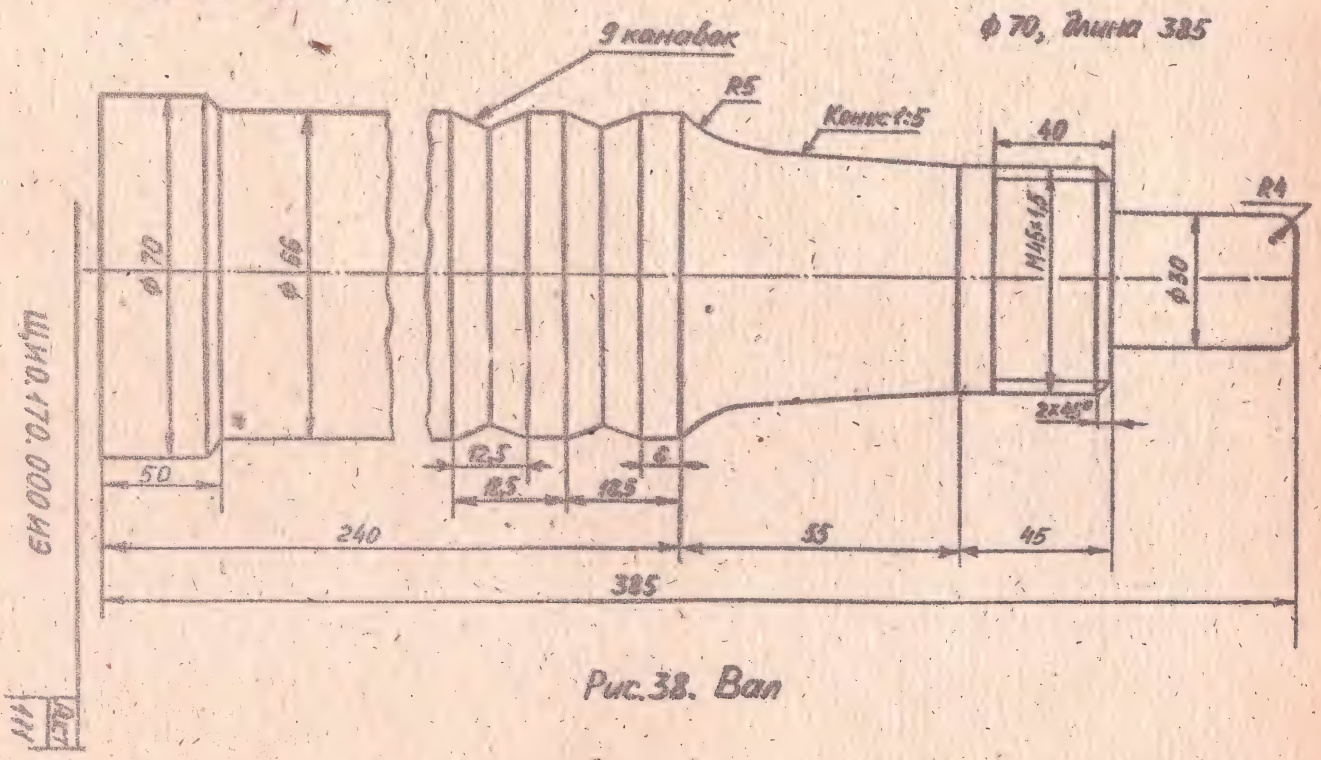


Рис.38. Вал

Рассмотрим особенности данной УП. Из заготовки (ϕ 70 мм, длина 385 мм) необходимо выточить вал с четырьмя ступенями:

I-я ступень – ϕ 30, длина 45, с концевой галтелью;

2-я ступень – ϕ 45, длина 45 (с резьбой М45, XI,5), оканчивающаяся конусом (I:5) и галтелью;

3- я ступень – ϕ 66, длина I90,09-м коническими канавками;

4-я ступень – ϕ 70, длина 50 с кромками в виде фасок.

Предполагается, что нулевая точка устанавливалась (в режиме ⊕) с помощью резца TØ, а при обработке вала использовались три новых резца: черновой TI, чистовой T2 и резец для резьбонарезания T3.

При этом должны быть рассчитаны разности Δ_X и Δ_Z вылетов всех инструментов относительно TØ. Процесс обработки вала при выполнении кадров УП включает следующее:

N0 – задание рабочей подачи 0,35 мм/обор;

NI – включение главного привода, вращение шпинделя – правое;

N2-3 – задание скорости вращения шпинделя 7I0 об/мин;

N4-5 – отвод резца в точку смены инструментов;

N6 – останов шпинделя;

N7 – установку чернового резца;

N8-I0 – автоматическое смещение нулевой точки на разность (Δ_X и Δ_Z) вылетов инструментов TØ и TI; параметры G 92 : X [20000+ Δ_X] и Z [40000+Δ_Z];

NII – включение шпинделя;

NI2-I3 – выход на исходную точку обработки вала;

N14 – 17 – I-й черновой проход, выбирающий металл с глубиной резания 6 мм на длине от конца вала до точки, находящейся в окрестности галтели перехода; конус 2-й ступени – 3-я ступень;

N18 – 24 – 2-й черновой проход, выбирающий металл с глубиной резания 5,5 мм на длине от конца вала до конца второй ступени, а затем по конусу, оставляя припуск 1мм на чистовые проходы;

N25 – включение скорости вращения шпинделя 1120 об/мин;

N26 –29 – 3-й черновой проход, выбирающим металл на глубине 7,5 мм и длине 3-й ступени с помощью многопроходного цикла продольного точения G-77 (припуск на I-й проход в цикле 3,75 мм);

N30–32 – настройка системы с помощью команды G92 на выполнение I-го чистового прохода вдоль контура готового изделия с глубиной резания 0,5мм и припуском на 2-й чистовой проход 0,5 мм; команда G92 искусственно смещает координату X на +1 мм (на β) так что, руководствуясь далее УП по контуру готового изделия, система на самом деле оставляет припуск 0,5 мм (на R);

N33 – 65 подпрограмма $Ш_I$ движения по контуру готовой детали; после выполнения команды G92 (N30–32) вход в $Ш_I$ осуществляется без команды G25;

N33-34 – подвод резца в исходную точку чистового прохода;

N 35 -37 – точение концевой галтели вала;

N38 – точение 3-й ступени;

N39 – точение заплечика 2-й ступени;

N40 – точение фаски 2-й ступени;

N41 – точение 2-й ступени;

N42 – установка скорости вращения шпинделя 710 об/мин;

N43-44 – точение конуса;

N45 – пустой кадр;

N46 - 50 – точение дуги галтели;

N51 – выход в исходную точку фаски 3-й ступени;

N52 – фаска 3-й ступени;

N53 – подвод к канавке;

N 54 - 58 – подпрограмма $Ш_2$ точения конической канавки; после отработки кадра N 53 вход в $Ш_2$ – естественный;

N 59 – пустой кадр;

N 60 - 62 – обращение к $Ш_2$; 8 выполнений (8 канавок); итого после отработки кадров N 54 - N 62 вытачивается 9 канавок;

N 63 – точение 3-й ступени до ее конца;

N 64 - 65 – точение фаски 4-й ступени с отводом;

N 66 - 68 – отмена с помощью команды G 92 искусственного смещения по оси X, установленного кадрами N 30-32; подготовка ко второму (последнему) чистовому проходу по контуру изделия;

N 69- 71 – восстановление нулевой точки (отмена разницы вылетов инструментов T1 и T0);

N72 – 80 – операции (аналогичные описанным при разборе кадров N4– I2) настройки системы на чистовой резец T2;

N8I – установка рабочей подачи 0,2 мм/обор;

N82 – установка скорости вращения шпинделя II20 об/мин;

N83 –85 – обращение к $Ш_I$ (на I выполнение) для отработки последнего чистового прохода;

N86 – 88 – восстановление нулевой точки;

N89 – 96 – операции (аналогичные описанным при разборе кадров N4– II) настройки системы на резец T3 резьбонарезания;

N97 – 98 – выход в исходную точку резьбонарезания;

N99 – пустой кадр;

NI00–I05 – точение резьбы с помощью цикла G3I (глубина резьбы 0,92 мм, припуск на I-й проход – – 0, 3 5 мм);

NI06–I08 – восстановление нулевой точки;

NI09–II0 – отвод в исходную точку программы;

NIII – останов шпинделя;

NII2 – конец УП (останов главного привода, выключение подачи, установка N0).

Заметим, что при программировании переходов контура учтена коррекция на радиус режущей кромки инструмента (ρ =0,I мм), выбранная из таблиц.

4.3. Индикация ошибок и способы их устранения

4.3.1. Устройство "Электроника НЦ-31" включает в программное обеспечение резидентный проверяющий тест и программы анализа ошибок ввода и работы устройства, в целом.

Перечень кодов ошибок, причины их возникновения и способы устранения приведен в табл. I2.

4.3.2. Резедентный проверяющий тест работает в двух режимах: в момент начального включения устройства и в фоновом режиме при отработке функциональных программ. При обнаружении неисправности на индикаторе числа высвечивается код ошибки (табл.I2), загораются лампочки всех буквенных адресов, мигают лампочки над клавишами [П] и [◈]. В этом случае возможен перезапуск теста путем нажатия клавиши [П] или получение (в первом режиме) информации о характере неисправности путем нажатия клавиши [◈] и просмотра ячеек параметров неисправности. Содержимое ячеек параметров ошибок приведено в табл.I3. При выполнении тестов в фоновом режиме информацию содержимого ячеек параметров получить нельзя.

4.3.3. При выполнении функциональных программ устройства ЧПУ также выявляются неисправности оборудования или ошибки, допущенные оператором (табл.I2). При этом устройство выдает на индикатор числа код ошибки и зажигает мигающую лампочку "ВНИМАНИЕ". Если в это время индикатор числа занят индикацией положения или технологической команды, код не будет выдан. В первом случае для индикации кода нужно нажать клавишу или , над которой горит лампочка, во втором – перейти в режим вывода . Устройство переходит в состояние "ВНИМАНИЕ" (выход из этого состояния осуществляется нажатием клавиши , при этом сигнальная лампочка и код ошибки гаснут).

В состоянии "ВНИМАНИЕ" устройство может осуществлять только часть своих функций, а именно работать в ручном режиме, режиме маховичка и вывода. В первых двух режимах можно выполнять только перемещение суппорта, например, "съехать" с конечного выключателя. В режиме вывода можно проиндицировать часть УП с номера, находящегося на индикаторе номера. Во время этих действий код ошибки может сброситься с индикатора числа. Для восстановления кода ошибки надо нажать клавишу или .

Таблица I2

Значение кода на индикаторе числа в позициях: 7 6 5 4 3 2 I	ПРИЧИНА	Способ устранения	Примечание
X 0 6 X X X	При вводе или выводе кадров УП используется номер, превышающий максимальный номер 249. При вводе или выводе параметров номер превышает 8	Нажать клавишу сброса и повторить операцию с правильным номером	В графе 2 условным знаком X обозначены затемненные разряды индикатора числа
X 2 0 X X X X	При переписи в архив или из архива УП указан неправильный номер области	Такой же	
X 2 I X X X X	Испорчена УП, подлежащая переписи в другую область архива	Нажать клавишу [//]. Просмотреть испорченную УП (предварительно переписав ее в область 0) и исправить ее	
X 0 4 X X X X	Значение вводимой подачи превышает максимально допустимую	Нажать клавишу [//] и ввести правильную величину подачи	

Продолжение таблицы I2

Значение кода на индикатора числа в позициях: 7 6 5 4 3 2 I	ПРИЧИНА	Способ устранения	Примечание
X 0 3 X X X X	Неправильный буквенный адрес при вводе нулевой точки	Нажать клавишу	
X 0 7 X X X X	Ошибка набора при вводе параметра	Нажать клавишу и правильно повторить ввод	
X 0 8 X X X X	Попытка ввести в качестве параметра N0 не I00 и не 254	Нажать клавишу и ввести правильное значение	
X I 0 X X X X	Значения люфта, вводимые в качестве параметра I, превышают допустимые	Нажать клавишу	
X I I X X X X	Вводимая величина быстрого хода превышает разрешенную	Нажать клавишу	
X I 2 X X X X	Значение параметра N6 (угол на подачу) должно быть меньше 3546 (угол 60°)	Нажать клавишу	

Продолжение таблицы 12

Значение кода на индикаторе числа в позициях: 7 6 5 4 3 2 1	ПРИЧИНА	Способ устранения	Примечание
X 0 0 X X X I	Ошибка в УП. Подробное описание в табл. 14	Нажать клавишу ⧄, исправить в УП ошибку и продолжать работу	
X 5 5 X X X I	Выполнение G 55-запланированный аварийный останов	Перед пуском нажать клавишу ⧄ .	
X 0 0 X X I X	Сбой привода по оси X	Нажать клавишу ⧄. Если ошибка не устраняется, вызвать наладчика следящего электропривода	
X 0 I X X I X	Сбой привода по оси Z		
X 0 I X I X X	Ограничение по перемещению в направлении +X	В ручном режиме или режиме маховичка переместиться в противоположном направлении и нажать клавишу ⧄ .	
X 0 2 X I X X	Ограничение по перемещению в направлении – X	В ручном режиме или режиме маховичка переместиться в противоположном направлении и нажать клавишу ⧄.	

Продолжение табл.I2

Значение кода на индикаторе числа в позициях: 7 6 5 4 3 2 I	Причина	Способ устранения	Примечание
X 0 4 X I X X	Ограничение по перемещению в направлении + Z.	В ручном режиме или режиме маховичка переместиться в противоположном направлении и нажать клавишу [//].	
X 0 8 X I X X	Ограничение по перемещению в направлении - Z.	То же	
X 7 7 X I X X	Нет сигнала "Готовность станка"	Перейти в режим вывода. Нажать клавишу [//]. Включить привод. Если ошибка не устраняется, то электроавтоматика неисправна	
X X X X I X X	Нет ответа от электроавтоматики о выполнении команд M, S, T. Неисправность электроавтоматики или станка	Нажать клавишу [//]. Если после повторного выполнения ситуация повторилась, вызвать наладчика электроавтоматики	

Продолжение табл.12

Значение кода на индикаторе числа в позициях 7 6 5 4 3 2 1	Причина	Способ устранения	Примечание
X I 4 I X X X	Испорчена рабочая УП (в "0" области архива)	Нажать клавишу ⫽ и просмотреть УП	
X I 7 I X X X	Отсутствует прерывание по "0"-метке КИПа	Вызвать обслуживающий персонал	
X 2 4 I X X X	Испорчен массив параметров	Ввести заново параметры	
X 2 5 I X X X	Нет прерывания от таймера после его запуска	Вызвать обслуживающий персонал	
X 3 5 I X X X	Нет счета таймера	То же	
X 9 2 I X X X	Переполнение разрядной сетки	То же	
X I 5 I X X X	Незапланированное прерывание по КИП	Повторить запуск системы, нажав клавишу ⫽	
X 0 0 I X X X	Неисправность станка	Вызвать обслуживающий персонал	
X 0 1 I X X X	Неисправность модуля ПО	-"-	Коды нижеприведенных ошибок сопровождаются зажиганием всех восьми лампочек буквенных
X 0 2 I X X X	Неисправность модуля ПРЦ	-"-	
X 0 4 I X X X	Неисправность модуля ОЗУ	-"-	

Продолжение табл.I2

Значение кода на индикаторе числа в позициях: 7 6 5 4 3 2 I	Причина	СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ	Примечание
X 0 5 I X X X	Неисправность модуля АМТ.	Вызвать обслуживающий персонал	адресов
X 0 6 I X X X	Неисправность модуля КЭ	-"-	
X 0 7 I X X X	Неисправность модуля КИП	-"-	
X 0 8 I X X X	Неисправность модуля КП	-"-	
X I 2 I X X X	Нет запланированного прерывания при проверке механизма прерываний модуля ПРЦ	-"-	
X 5 2 I X X X	Аппаратное прерывание по отказу питания	-"-	
X 6 2 I X X X	Аппаратное прерывание по зависанию	-"-	
X 7 2 I X X X	Аппаратное прерывание по неправильному коду операции	-"-	

Продолжение табл.I2

Значение кода на индикаторе числа в позициях: 7 6 5 4 3 2 1	Причина	Способ устранения	Примечание
X 8 2 I X X X	Неисправность, следствием которой явилось "лишнее" прерывание или неправильный вектор прерывания	Вызвать обслуживающий персонал	

Таблица 13

Адрес параметра	Содержимое параметра
0	Номер элементарной проверки. Значение
I	РСЧК при возникновении прерывания
2	Значение вектора прерывания
3	Сравниваемое значение результата операции или содержимое неисправной ячейки ОЗУ
4	Эталонное значение результата операции или эталонное содержимое неисправной ячейки ОЗУ
5	Физический адрес неисправной ячейки ОЗУ
6	Физический адрес ячейки ОЗУ, в которую записывалась тестовая константа
7	Значение записываемой тестовой константы

4.3.4. При работе по управляющей программе могут возникать ошибки и запланированные остановы, сопровождающиеся миганием лампочки "Внимание".

Ошибки в УП имеют место в результате, например, описок в бланке УП, невнимательного перенесения текста УП с бланка в память системы в режиме ввода и т.п. Ошибки такого рода в большинстве своем фиксируются системой на этапе отработки УП в автоматическом режиме или его подрежимах. Выполнение УП при этом останавливается, загораются лампочки "Внимание" и над клавишей [⊡], а также код ошибки (табл.I2). В таблице I4 приведен перечень возможных причин возникновения ошибок.

К запланированному останову относится команда G55 (см. табл.I2). После проведения необходимых действий оператор гасит лампочку "Внимание" нажатием [//] и продолжает нажатием [□] отработку устройством следующих за командой G 55 кадров УП.

4.3.5. Внимание! В случае, если по предложенному в табл.I2 способу ошибка не устраняется, необходимо вызвать электромеханика или наладчика станка.

Таблица I4

Характер ошибки	Тип операции	Реакция оператора
$N>249$ при выполнении кадра	Любая	УП не окончена командой М30, исправить УП
Текущая группа кадров начинается с кадра СО*		Оператор запускает УП не с первого кадра группы (а с кадра $СО^{**}$) или задал в G25 N нач. соответствует кадру $СО^{**}$. Запустить УП корректно или исправить N нач в G25 (в параметре P_I)
Запретное значение буквы адреса G	G	Исправить кадр УП
6-й кадр СО* подряд		Группа кадров с числом кадров в группе более 6. Исправить кадр УП
5-й раз подряд G 25	G25	Глубина вложенности G 25 больше 3. Исправить УП.
$P_2 \geqslant 1000$		Число повторов Ш задано большим или равным 1000. Исправить кадр УП.
N кон. > 249		Задана конечная граница Ш за пределами области УП. Исправить параметр P_I в G 25.
N нач. $> N$ кон		Некорректно заданы границы Ш. Исправить кадр P_I в G25.
N нач. "лежит" на группе команд G 25		То же
N кон "лежит" на группе команд G 25		То же

Продолжение табл.I4

Характер ошибки	Тип операции	Реакция оператора
Запрещенное значение буквенного адреса F	F	Исправить кадр УП
P > 249	P	Исправить кадр УП
$P_1=P_2\neq0$ Радиус дуги-нулевой	G2 G3	Исправить один из кадров, задающих координаты (P_1, P_2)
Некорректное задание P_1 и P_2	G2 G3	P_1 и P_2 не задают центр дуги, лежащей внутри одного из квадрантов. Исправить кадры P_1 и P_2.
X и Z задают нулевой радиус четверти окружности	G12 G13	Исправить кадры X и Z
X и Z задают дугу не четверти окружности		Исправить кадры X и Z
$P_1 = 0$	G77 G78	Задан нулевой припуск на I-й проход. Исправить кадр P_1.
$X (Z) \leqslant P_1$		Припуск на проход больше (равен) полного припуска. Исправить X (Z) или P_1
$P_2 = 0$	G31	Задан нулевой припуск на I-й проход. Исправить кадр P_2.
$P_1 < P_2$		Глубина резьбы меньше припуска на I-й проход. Исправить P_1 или P_2.
$F=0$ или $F>F_{max}$		Некорректное задание значения шага резьбы. Исправить кадр

5. ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

5.I. Основные периодические проверки технического состояния включают:

- контроль состояния блоков питания и контактных соединений разъемов;
- контроль состояния модулей устройства резидентным проверяющим тестом;
- тестовый контроль в фоновом режиме.

5.2. Перед началом работы производится проверка работоспособности УЧПУ в режиме профилактического контроля резидентным проверяющим тестом автоматически.

6. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

6.1. Во время работы устройства могут возникнуть неисправности, обусловленные следующими причинами:

- отсутствием питающего напряжения;
- отсутствием контактов в разъемах;
- неисправностями элементов в модулях.

6.2. Отсутствие питающего напряжения может быть вызвано выгоранием плавких предохранителей блока питания, обрывом в шнуре питания или неисправностью самого блока питания. Шнур питания и предохранители заменяются на исправные. Неисправности блока питания устраняются специалистами. Замену любого элемента блока питания производить только при выключенном блоке и отключенном от сети шнуре питания.

6.3. Возобновление контактов достигается протиркой контактирующих элементов спиртом.

6.4. Неисправности, связанные с выходом из строя элементов в модулях, обнаруживаются резидентным проверяющим тестом в фоновом режиме. Код неисправности высвечивается на цифровых индикаторах пульта оператора. Неисправности в модулях устраняются только специалистами с помощью использования группового ЗИП. В случае невозможности устранения неисправностей устройства следует обратиться на завод-изготовитель или в специальную ремонтную службу.

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1. Периодически осматривать вентилятор, проверять сопротивление изоляции, его токоведущих частей и при необходимости очищать от пыли.

7.2. Подшипниковый узел вентилятора периодически должен заполняться маслом ВНИИНП-6 ТУ38-00-II68-74.

7.3. Периодичность пополнения маслом определяется условиями эксплуатации, но не реже одного раза через каждые I000 часов эксплуатации. Для осмотра, пополнения вентилятора маслом УЧПУ отключается и извлекается из защитного корпуса.

7.4. Эксплуатация УЧПУ с поврежденным защитным [illegible] запрещена.

7.5. Смена аккумуляторов блока питания БПСI8-I-I производится в соответствии с указаниями, изложенными в ИЭ на блок питания БПСI8-I-I.

7.6. Периодичность чистки воздушных фильтров определяется условиями эксплуатации, но не реже одного раза каждые шесть месяцев эксплуатации.

8. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

8.1. Хранение устройства производить таре в сухом закрытом помещении при температуре +5÷+35°С и относительной влажности не более 85%.

8.2. Не допускать хранения устройства вместе с испаряющимися жидкостями, кислотами, растворителями и другими веществами, которые могут вызвать коррозию и нарушение покрытий.

9. ТРАНСПОРТИРОВКА

8.1. Транспортировку устройства производить в штатной таре любым видом транспорта и на любые расстояния при условии защиты устройства от атмосферных осадков и при внешних воздействиях, не превышающих следующие нормы:

- температура окружающего воздуха от минус 60 до +50°С;
- относительная влажность воздуха до 95% при 35°С;
- атмосферное давление от 839 до 106,6 кПА.
- транспортная тряска с ускорением 30 м/с^2 при частоте ударов от 80 до 120 в минуту или 15000 ударов с тем же ускорением.

8.2. При погрузке, перевозке и выгрузке необходимо строго выполнять требования предупредительных надписей.